

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde der
Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor : Prof. Dr. med. Dr. med. dent. A. Neff

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. A. Neff)
In Zusammenarbeit mit der CMF-Care Praxisklinik für Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie (Leiter: PD Dr. med. Dr. med. dent. H. Umstadt)

Magnetresonanztomographische Untersuchung des Kiefergelenkes nach Diskusersatz mittels gedoppelten gefäßgestielten Faszienlappen - eine Verlaufskontrolle

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin aus dem Fachbereich
Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Antje Maren Wienss, geborene Seppelfricke

aus Gelsenkirchen

Marburg, 2011

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der Philipps- Universität Marburg am
3.2.2011

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Dr. Matthias Rothmund

Referent: PD. Dr. Dr. H. Umstadt

1. Korreferent: Prof. Dr. H. Alfke

Meinen Eltern und Holger - in Dankbarkeit und Liebe.

Teile dieser Arbeit wurden auf dem 52. Kongress der Deutschen Gesellschaft für MKG-Chirurgie im Frühsommer 2002 in Leipzig vorgestellt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Chronische Osteoarthritis des Kiefergelenkes und Behandlungsoptionen - ein Überblick	5
1.2	Anatomie des Kiefergelenkes	7
1.3	Diagnostik	8
1.4	Ziel der Arbeit	9
1.5	Die Chirurgie des Kiefergelenkes	11
1.5.1	Nicht-rekonstruktive Chirurgie des TMG	11
1.5.2	Rekonstruktive Chirurgie des TMG	11
1.6	Magnetresonanztomographie allgemein	13
1.6.1	Indikationen zur MRT des Kiefergelenkes	14
1.6.2	Vor- und Nachteile der MRT in der Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde	14
1.6.3	MRT im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren	15
1.7	Internal Derangement (ID) des Kiefergelenkes	16
1.8	Korrelation zwischen MRT, Anatomie, Histologie und intraoperativem Befund	19
1.8.1	Korrelation zwischen MRT, Histologie und Anatomie	19
1.8.2	Korrelation zwischen MRT und intraoperativem Befund	20
1.9	Korrelation zwischen bildgebenden Verfahren und Kiefergelenkschmerzen	20
1.10	Psychosomatische Komponenten des Kiefergelenkschmerzes	22
1.11	Sonographie des Kiefergelenkes versus MRT	23
1.12	Cytokine, Oberflächenantigene, Rheumafaktoren und Kiefergelenksarthrititis	24
1.13	Die Osteoarthritis des Kiefergelenkes	25
1.13.1	Primäre Kiefergelenkserkrankungen	25
1.13.2	Ankylose	26
1.13.3	Traumatische Arthritis	26

1.13.4	Chronische Polyarthrit	27
1.13.5	Metabolische Arthrit	29
1.14	Die Osteoarthrose	29
2	Material und Methoden	32
2.1	Material	32
2.1.1	Patienten	32
2.1.2	Operationstechnik: Diskusersatz durch gedoppelten, gefäßgestielten Faszienlappen	34
2.1.3	Postoperatives Follow-up	34
2.1.4	MRT-Nachuntersuchung	37
2.2	Methoden	40
2.2.1	Auswertungskriterien und Gruppeneinteilung	40
2.2.2	Beurteilte Kriterien und Score-Bildung	44
2.2.3	Auswertung auf Ebene der Gesamtskala sowie der einzelnen Items	45
3	Ergebnisse	47
3.1	Auswertung auf Ebene der Gesamtskala	47
3.2	Auswertung auf Ebene der einzelnen Items	51
3.2.1	Fossa artikularis	51
3.2.2	Kondylus	54
3.2.3	Flüssigkeitsgehalt der Kortikalis in der dem Kondylus benachbarten ossären Zone (SC12)	60
3.2.4	Erguss des Kiefergelenkes (SC15)	62
3.2.5	Faszieninterponat	64
4	Diskussion	73
4.1	Diskussion der Fragestellung	73
4.2	Diskussion der angewendeten Untersuchungsmethode	74
4.3	Möglichkeiten der Untersuchungsmethode	74
4.4	Ziel dieser Studie	75
4.5	Diskussion der Hauptbefunde	75
4.5.1	Beurteilung auf Ebene der Gesamtskala	75
4.5.2	Beurteilung auf Ebene der einzelnen Items	76
4.6	Schlussfolgerungen aus der Untersuchung und mögliche Fehlerquellen	78
5	Zusammenfassung	81

6	Literaturverzeichnis	83
6.1	Akademische Lehrer	98
6.2	Danksagung	101

Verzeichnis der Abkürzungen

BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
CD68	Cluster of Differentiation 68
CMD	Craniomandibuläre Dysfunktion
CT	Computertomographie
CRP	C-reaktives Protein
Gd-DTPA	Gadolinum Diethylenetriaminepentaacetat
HLA-DRB1 04	Humanes Leukozyten - Antigen 04
HRCT	High Resolution Computertomographie
ID	Internal Derangement
IL	Interleukin
JCA	Juvenil chronische Arthritis
MRT	Magnetresonanztomographie
P-IL-1sRII	Interleukin-1 soluble receptor type II
P-5-HT	Serotonin im Plasma
TMJ	Temporomandibularjoint
TNF alpha	Tumornekrosefaktor alpha
RF	Rheumafaktor
S-5-HT	Serotonin im Serum
SKD	Schneidekantendistanz
VAS	Visuelle Analogskala
Kappa-Index	Grad der Übereinstimmung (0-1)

1 Einleitung

1.1 Chronische Osteoarthritis des Kiefergelenkes und Behandlungsoptionen - ein Überblick

Von chronischer Osteoarthritis des Kiefergelenkes betroffene Patienten leiden unter Bewegungsschmerzen und Bewegungseinschränkungen des Unterkiefers bei Öffnung und Seitwärtsbewegungen, einem permanenten Druckschmerz, Kopfschmerzen, ins Gesicht strahlende Schmerzen und Gelenkgeräuschen bis hin zu einem Dauerschmerz. Insbesondere bei einer akuten Arthritis versucht der Patient die Schmerzen zu kompensieren, indem er mit dem Unterkiefer zur gesunden Seite abweicht (Bonnetsche Schonhaltung). Die Funktionalität kann soweit eingeschränkt sein, dass es zur reflektorischen Kieferklemme kommt.

Unter den klinischen Beschwerden leidet nicht nur die Lebensqualität des Patienten, auch Beruf, Ernährung und Sprache sind betroffen (Voog et al. 2003). Bei der Osteoarthritis handelt es sich um eine Entzündung innerhalb des Kiefergelenkes mit Arthralgie. Häufig sind auch grobes Reiben im Kiefergelenk vorhanden. Als Ursache der Erkrankung wird die progrediente Degeneration und Ausdünnung sowie letztendlich die Perforation des Diskus artikularis gesehen (Carlsson et al. 1999). Auch Rheuma kann sich im Kiefergelenk manifestieren.

Die Behandlung von Kiefergelenkserkrankungen stellt hohe Herausforderungen an den behandelnden Arzt; die Patienten haben einen meist jahrelangen Leidensdruck. Es bedarf immer eines multimodalen Therapiekonzeptes, um den Patienten helfen zu können. Eminent wichtig für die Behandlung des Patienten ist die eingehende Untersuchung und Ausschluss nicht-artrogener Schmerzursachen. Myogene, dentogene und andere kranio-gene Ursachen müssen ausgeschlossen sein. Hier bedient man sich u.A. nicht invasiver bildgebender Verfahren.

Die Therapie chronischer oder akuter Arthritiden des Kiefergelenkes ist primär konser-

vativ und symptomorientiert. Nach dem Ausschluss organischer Ursachen bedient man sich bei funktionellen Ursachen Aufbisssschienen zur Gelenkentlastung, Verhaltens- und Entspannungstherapien sowie Physiotherapie mit speziellen Bewegungsübungen. Zusätzlich wird physikalische Therapie und eventuell medikamentöse Therapie verordnet. Ein Protokoll, welches aktive und passive Kiefergelenksbewegungen, manualtherapeutische Techniken, Korrektur der Körperhaltung und Relaxationstechniken beinhaltet stellt eine sinnvolle und nützliche Therapie für die Symptome bei Patienten mit Kiefergelenksosteoarthritiden dar (Nicolakis et al. 2001). Immer ist die Behandlung multimodal. Elektrotherapie mittels gepulsten elektromagnetischen Energiefeldern hat sich nicht als wirkungsvoll erwiesen (Peroz et al. 2004).

Die Arthroskopie des Kiefergelenks stellt bei Versagen konservativer Therapieansätze ein minimalinvasives, probates und erfolgreiches Mittel zur Behandlung von Kiefergelenkskrankungen dar. Hier besteht die Möglichkeit in gleicher Sitzung die Diagnostik zu verfeinern und gleichzeitig therapeutisch aktiv zu werden. Durch eine arthroskopische Lyse und Lavage, gegebenenfalls kombiniert mit einer Diskusteilresektion oder Synovektomie profitieren fast alle Patienten. Die Komplikationsrate ist bei einem erfahrenen Operateur niedrig.

Als Ultima Ratio - nach Ausschöpfen aller konservativen und minimalinvasiven Techniken - steht die offene Kiefergelenkoperation. Hier wurden verschiedene rekonstruktive und nicht rekonstruktive OP-Techniken erarbeitet, von der solitären Diskektomie über Einbringen von Implantaten bis zur Interposition von freien oder gefäßgestielten lokalen Lappenplastiken. Xenogenes Diskusersatzmaterial konnte sich nicht durchsetzen.

Die ausschließliche Diskusentfernung führt zu arthrotischen Gelenkveränderungen (Watzke et al. 1991). Allogene Materialien haben als Diskusersatz enttäuscht (Eriksson und Westesson 1986).

Der Diskus sollte nach heutigem Kenntnisstand möglichst durch vitales, autologes Material ersetzt werden, das langfristig den biodynamischen Bedingungen des Kiefergelenks gewachsen ist. Das Diskusersatzmaterial muß die Eigenschaften eines elastischen Puffers erfüllen und ausreichend Scherkraftwiderstand aufweisen (Kubein und Jahnig 1983).

Insgesamt können zufriedenstellende Behandlungserfolge verzeichnet werden. Allerdings wird die Suche nach noch ausgereifteren OP-Techniken fortgesetzt. Ziel ist die wenig invasive, dauerhafte Versorgung mit einem den hohen Druck- und Scherkräften widerstehenden Interponat. Dieses soll eine gute, schmerzfreie Beweglichkeit im Kiefergelenk ermöglichen und die Progredienz der Grunderkrankung stoppen.

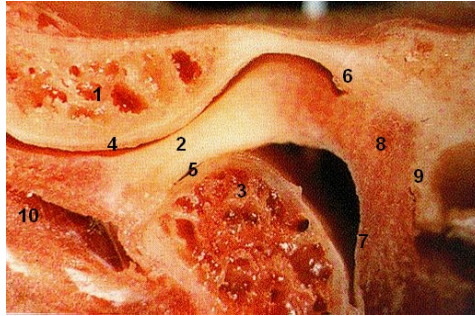


Abbildung 1.1: Anatomisches Präparat des Kiefergelenkes. 1. Os temporale 2. Discus mandibularis 3. Caput mandibulae 4. Oberer Gelenkspalt 5. Unterer Gelenkspalt 6. Bilaminäre Zone Stratum superior 7. Bilaminäre Zone Stratum inferior 8. Retroartikuläres Venenpolster 9. Dorsale Wand der Gelenkkapsel 10. M. pterygoideus lateralis

1.2 Anatomie des Kiefergelenkes

Zum Verständnis der komplexen Anatomie des Kiefergelenks, aus welcher sich die differenzierten Behandlungsmethoden ableiten, sei diese im Folgenden kurz wiederholt.

Im Kiefergelenk (Articulatio temporomandibularis) artikulieren das Caput mandibulae des Processus condylaris mit der Facies condylaris der Fossa mandibularis und dem Tuberculum articulare. Ein aus Faserknorpel bestehender Diskus, umgeben von einer trichterförmigen, relativ weiten Gelenkkapsel, trennt das Gelenk in eine obere (diskotemporale) und eine untere (diskomandibuläre) Kammer. Der diskotemporale Abschnitt ist für die Translationsbewegungen und der diskomandibuläre Abschnitt für Rotationsbewegungen verantwortlich. Der kollagenfaserreiche avaskuläre anteriore Teil des Diskus wird unterteilt in eine anteriore (2mm), intermediäre (1mm) und posteriore (3mm) Bande, während der posteriore vaskularisierte Teil auch als bilaminäre Zone bezeichnet wird. Diese bilaminäre Zone wird in ein Stratum superior, bestehend aus elastischen Fasern, welches an der Fissura petrosquamosa und tympanosquamosa inseriert und in ein kollagenfaserreiches Stratum inferior, am Collum mandibulae ansetzend unterteilt. Dazwischen befindet sich das retroartikuläre Polster bestehend aus lockeren Bindegewebe. Der bikonkave Diskus articularis dient als Stoßdämpfer und gleicht inkongruente Gelenkflächen aus. Die intrinsischen Gelenkbänder wie das Ligamentum laterale und das Ligamentum mediale verstärken die Gelenkkapsel und wirken limitierend auf die Kiefergelenksbewegungen. Die extrinsischen Bänder wie das Ligamentum stylomandibulare, das Ligamentum sphenomandibulare und die Raphe pterygomandibulare haben keine

direkte Beziehung zur Kapselwand.

Durch die besondere Konstruktion des Kiefergelenkes ergeben sich verschiedene Bewegungsmöglichkeiten. Symmetrische Bewegungen sind Öffnungs (Abduktion)- und Schließbewegungen (Adduktion). Bei der initialen Öffnung ca. 15-20 mm handelt es sich vorwiegend um eine Scharnierbewegung des Kondylus in der diskomandibulären Kammer um die transversale Achse. Bei der weiteren Öffnung über 20 mm spricht man von einer Translation/ Gleit/ Schlittenbewegung des Kondylus mit dem Diskus in der diskotemporalen Gelenkkammer. Weitere symmetrische Bewegungen sind die Pro,- und Retrusion. Bei der asymmetrischen Laterotrusion bewegt sich der Kondylus der Mediotrusionseite (schwingender Kondylus) nach ventral und median. Dabei stellt der Kondylus der Arbeitsseite (sogenannter ruhender Kondylus) das Bewegungszentrum dar.

Aufgrund von funktionellen Fehlbelastungen (Okklusions,- Artikulationsstörungen), Dysgnathien und Fehlen der seitlichen Stützzonen, aber auch aufgrund organischer Ursachen wie Gelenkkontusionen, frühem Verschleiß und entzündlichen Veränderungen kommt es zum degenerativen Knochenumbau und Gelenkdeformierung.

1.3 Diagnostik

Zur Erhebung der Anamnesen und Untersuchungen existiert ein standardisierter, anerkannter klinischer Funktionsstatus der Deutschen Gesellschaft für Zahn, Mund und Kieferheilkunde (DGZMK).

Zur bildgebenden Basisdiagnostik von Kiefergelenksosteoarthritiden gehört standardmäßig die konventionelle Röntgentechnik. Allerdings können Röntgenbilder in Form von Orthopantomogrammen (OPG) nur unterstützend eine Diagnose sichern, da Frühveränderungen nativradiologisch nicht erfasst werden. Von einigen Autoren werden deshalb P8/P9 TMJ-Spezialaufnahmen präferiert. Hierbei handelt es sich um eine p.a. sowie eine laterale Projektion des Kiefergelenkes mit freier Sicht auf den Kondylus bei 1,8 facher Vergrößerung.

Im konventionellen Röntgen (meist OPG) zeigen sich typischerweise folgende Charakteristika: Sklerosen im Bereich der Kondyle und der Eminentia artikularis, Abflachung der Gelenkflächen und Auftreten von Osteophyten (Pertes et al. 1995). Zusätzlich können Gelenkspaltverschmälerungen und Randwülste erkannt werden. Wesentliche pathologische Veränderungen des Gelenkbereiches spielen sich jedoch in den Weichteilen ab. Röntgenologisch nachweisbare Veränderungen zeigen sich jedoch erst im Spätstadium der chronischen Osteoarthritis.

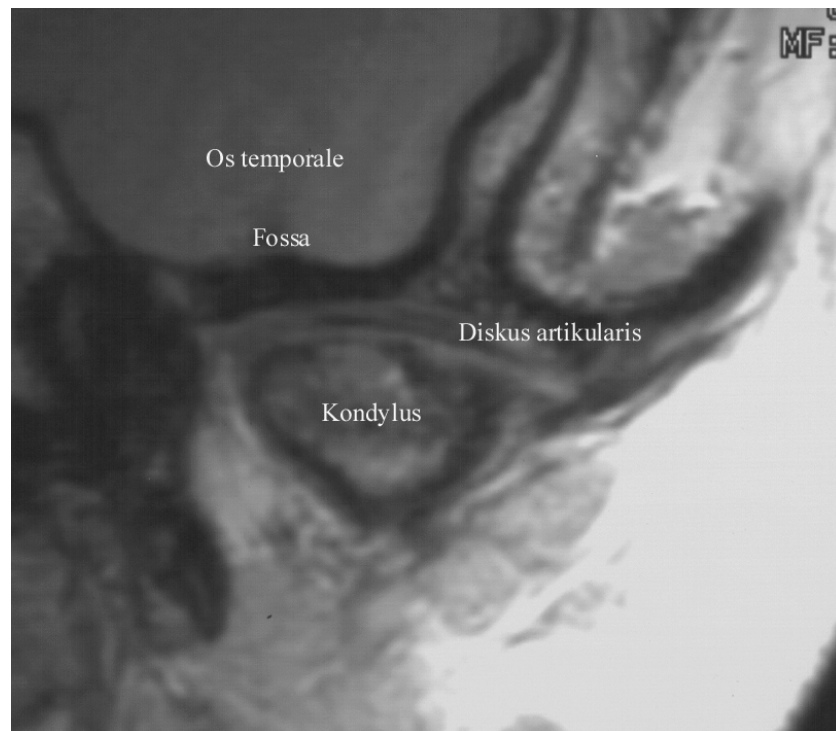


Abbildung 1.2: MRT des linken Kiefergelenkes in der Frontalebene

Zur Sicherung der Diagnose wird standartisiert eine Bewegungs- und Funktionsanalyse durchgeführt.

Vor allem aber hat sich zur Diagnostik und zur Verlaufskontrolle nach therapeutischen Maßnahmen die Magnetresonanztomographie etabliert.

Sie eignet sich hervorragend zur Darstellung degenerativer Gelenkveränderungen und ist dabei hochsensibel, schonend und non-invasiv. Vor- und Nachteile der MRT werden im Verlauf dieses ersten Kapitels beschrieben.

1.4 Ziel der Arbeit

Auf der Suche nach einer geeigneten OP-Technik, therapieresistente Patienten mit chronischer Osteoarthritis zur Schmerzfreiheit zu verhelfen, wird heutzutage von den meisten Autoren der Diskusersatz aus autologem Fasziengewebe präferiert. Vitales Fasziengewebe entspricht zum heutigen Zeitpunkt am Ehesten den hohen Anforderungen an einen Diskusersatz. Es widersteht den hohen Scher- und Druckkräften im Kiefergelenk und

hat ausreichende Puffereigenschaften. Heterogenes Ersatzmaterial, Implantate und Kiefergelenkprothesen haben im Langzeitverlauf bisher nicht überzeugt. Hier darf auf das Kapitel 1.5 verwiesen werden.

Zur Verbesserung des Langzeitergebnisses wurde von PD Dr. Dr. H. Umstadt in Marburg eine Modifikation der OP-Technik erarbeitet. Diese beinhaltet als wichtigste Änderung das Doppeln eines gefäßgestielten Temporalis-Faszienlappens, um ein möglichst kräftiges, vitales und langlebiges Interponat als Diskusersatz zu schaffen. Diese OP-Modifikation wird im 2. Kapitel eingehend beschrieben.

Im Rahmen dieser Arbeit werden postoperative MRT-Befunde bei Patienten, die unter chronischer Kiefergelenkosteoarthritis leiden und sich der Interposition eines gedoppelten, gefäßgestielten Temporalisfaszienlappens unterzogen haben, rein deskriptiv ausgewertet.

Es handelt sich um einen kleinen Teil einer groß angelegten Studie, in welcher u.A. auch die Lebensqualität, das klinische Langzeitergebnis, Korrelation zwischen prä- und postoperativen MRT-Befunden, Vor- und Nachteile der entwickelten OP-Technik etc. beschrieben werden. Es handelt sich um die Habilitationsschrift von PD Dr. Dr. Umstadt (Umstadt 2005).

Als Ziel dieser Arbeit soll einerseits eine Technik entwickelt werden, Kernspintomographien des Kiefergelenkes standardisiert und praxisorientiert auszuwerten. Die Schwierigkeit besteht darin, dass MRT-Befunde abhängig von der Intention und der Erfahrung des Auswertenden oft sehr inhomogen sind. Ziel ist, ein praxisorientiertes und reproduzierbares Auswertungsschema zu entwickeln. Hierzu sei ebenfalls auf das 2. Kapitel verwiesen.

Vor allem sollen die postoperativen MRT-Befunde sowie deren Veränderungen im Langzeitverlauf erhoben werden. Hieraus können Rückschlüsse auf den morphologisch sichtbaren Erfolg der Operation sowie die Lernkurve des Operators gezogen werden.

Es sei erwähnt, dass die korrelierenden klinischen Befunde sowie die Zufriedenheit der Patienten Inhalt weiterführender, an die Gesamtstudie angeschlossener Arbeiten sind.

1.5 Die Chirurgie des Kiefergelenkes

1.5.1 Nicht-rekonstruktive Chirurgie des TMG

Bevor eine chirurgische Therapie in Erwägung gezogen wird sind die konservativen Behandlungsmethoden meist ausgeschöpft und der Patient befindet sich schon in jahrelanger Behandlung eines Spezialisten. Die Menge eines intraartikulären Ergusses zeigt keine Korrelation mit der Befindlichkeit des Patienten (Sato et al. 2002). Um neben dem MRT-Befund einen Überblick über die Gelenksituation zu bekommen wird häufig zunächst eine Arthroskopie des Kiefergelenkes durchgeführt. Bei dieser minimal invasiven Methode wird lysiert und das Gelenk einer Lavage unterzogen. Arthroskopisch können u.A. partielle Diskektomien und Synovektomien sowie die Entfernung freier Gelenkkörper durchgeführt werden.

Die Arthroskopie zeigt die Pathologie der Kiefergelenkserkrankung frühzeitiger auf und ist daher als erste chirurgische Untersuchungs- und Therapiemethode vorzuschlagen (Gynther und Tronje 1998). Eine rein diagnostische Arthroskopie sollte jedoch nur noch in Ausnahmefällen durchgeführt werden. Zunächst sollten alle nicht-invasiven bildgebenden Verfahren zum Einsatz gebracht werden (Carmichael et al. 1997).

Einige Operateure präferieren die alleinige Diskektomie und verzichten auf weitere rekonstruktive Maßnahmen. Meist verbessert sich dadurch auch die Mundöffnungskapazität. Postoperativ zeigten sich in der Bildgebung moderate osteoarthrotische Veränderungen. Diese Veränderungen müssen als zwingendes Resultat einer Diskektomie - zunächst ohne klinische Signifikanz - interpretiert werden. Insgesamt profitieren die Patienten durch eine Diskektomie (Widmark 1997). Langfristig stellt die Diskektomie eine Präarthrose dar (Watzke et al. 1991).

Eine Erweiterung der Diskektomie stellt die uni- oder bilaterale Kondylektomie mit Arthroplastik dar. In Verbindung mit sofort beginnender muskulärer Rehabilitation konnten durchweg gute Ergebnisse erzielt werden (Robiony et al. 1998).

1.5.2 Rekonstruktive Chirurgie des TMG

Hierunter versteht man die Wiederherstellung eines funktionstüchtigen Gelenkes mit Diskusersatz. Man erhofft sich dadurch eine weitestgehende Schmerzfreiheit bei guter Funktion und das Unterbrechen der gelenkdestruierenden Prozesse. Vor allem autologe

Transplantate, lokale Lappenplastiken oder das Einfügen von xenogenen Implantatmaterial kommen im Bereich des Diskusersatzes zum Einsatz. Die erste Beschreibung eines M. temporalis-Lappens am Kiefergelenk zur dauerhaften Ankyloselösung wurde bereits 1894 von Helferich beschrieben. Nach Resektion der Ankylose wurde der Lappen interponiert und mit einer Naht fixiert. Dies erbrachte eine dauerhafte Verbesserung der Mundöffnung (Helferich 1894). Diese Operationstechnik wurde immer weiter - u.A. auch unter Zuhilfenahme von Operationsmikroskopen zur Reanastomose - verfeinert. Alternativ zu gefäßgestielten Interponaten wurde immer wieder versucht, nicht gefäßgestielte Interponate oder xenogene Interponate temporär oder dauerhaft als Diskusersatz zu etablieren. Xenogene Implantate wie Silastik wurden - klinisch und histologisch belegt - durch die Scherkräfte schnell aufgeraut. Hierdurch bildete sich sehr aggressives und schmerzhaftes Granulationsgewebe (Witsenburg und Freihofer 1984, Tucker und Watzke 1991). Vor allem Ohrknorpel scheint als avaskulär transplantiertes Interponat als Diskusersatz auch langfristig geeignet zu sein (Pincock und Dann 1993).

Andere Autoren präferieren ein Muskel-Faszieninterponat (ebenfalls M. temporalis) als Diskusersatz in der rekonstruktiven Kiefergelenkchirurgie (Umeda et al 1993, Brusati et al. 1990, Henry und Wolford 1995, Clauser et al. 1995).

Herbosa und Rotskoff beschreiben 1990 gute Ergebnisse nach Interposition eines gestielten Periost-Muskel-Faszienlappens (Herbosa und Rotskoff 1990).

Eine retrospektive Untersuchung von Krug et al. über das Outcome von Diskusplastik versus Diskektomie mit Aurikularknorpelinterponat basiert auf 36 offenen Kiefergelenkoperationen bei Patienten mit anteriorer Diskusdislokation ohne Reposition mit mindestens 6 Monate anhaltenden Symptomen. Entweder bekamen die Patienten eine Diskusplastik oder eine Diskektomie mit einem Aurikularknorpelimplantat. Die prä- und postoperativen Untersuchungen erfolgten mit Hilfe einer Schmerzskala. Im Weiteren wurde die interinzisale Mundöffnung dokumentiert. Beide OP-Verfahren zeigen im Langzeitverlauf annähernd gleich gute Ergebnisse, wobei die Patienten, die mittels Diskusplastik versorgt wurden bessere Ergebnisse bei der interinzisalen Mundöffnung zeigten (Krug et al. 2004).

Bei progredienten degenerativen Erkrankungen besteht inzwischen die Möglichkeit einer endoprothetischen Versorgung mittels Hemi- und Vollprothesen. Eine groß angelegte Studie belegte eine deutliche Reduktion der Schmerzen in Ruhe (56 Prozent), bei Kaubewegungen (53.4 Prozent), eine Verbesserung der Kaumöglichkeiten (50.2 Prozent) und eine Reduktion der Geräusche im Kiefergelenk (64 Prozent) nach Implantation

einer Cobalt-Chrom-Molybdän-Kiefergelenkshemiprothese. Die Zufriedenheit der Patienten wurde mit 8.3 auf einer Skala von 0-10 angegeben (Park et al. 2004, Gaggl et al. 1999). Mehrere Firmen bieten inzwischen Kiefergelenksprothesen an (z.B. Fa. Peter Brehm, München).

1.6 Magnetresonanztomographie allgemein

Das bildgebende Verfahren der Kernspintomographie beruht auf dem Prinzip der magnetischen Kernspinresonanz. Dieses Phänomen wurde erstmals von Rabi im Jahre 1939 beschrieben (Lissner und Seiderer 1990). Rabi konnte nachweisen, dass Wasserstoffmoleküle beim Durchqueren eines magnetischen Felds durch elektromagnetische Hochfrequenzenergie abgelenkt werden können. 1946 wurde die Magnetresonanz von den späteren Nobelpreisträgern für Physik F. Bloch (Universität Stanford) und G. M. Purcell (Universität Harvard) erstmals beschrieben. Die Kernspintomographie wurde von P.C.Lauterbur und P.Mansfield entwickelt.

Bei der Kernspintomographie werden die biophysikalischen Eigenschaften von paramagnetischen Atomkernen wie Wasserstoff unter elektromagnetischen Veränderungen gemessen. Mittels Computertechnik werden diese Messwerte zur Bildgebung genutzt (Becker und Spitzer 1987).

Untersuchungen mit einem Kernspintomographen sind möglich, wenn die Atomkerne des untersuchten Mediums ein magnetisches Moment aufweisen wie Atomkerne mit ungerader Nukleonenzahl. Da Wasser mit hohem Anteil in Weichteilgeweben vorhanden ist, ist im Gegensatz zu den konventionellen Röntgenmethoden eine ausreichende Weichteildarstellung möglich (Semmler 1986). Mit der MRT steht ein nicht invasives bildgebendes Verfahren zur Differenzierung von Gewebe mit unterschiedlichen Gehalt an Wasserstoffatomen zur Verfügung. Gerade dieses Phänomen und die Möglichkeit der Kontrastierung ist in der Beschreibung der einzelnen Strukturen des Kiefergelenkes hilfreich (Pasler und Visser 1999). Ein weiterer Vorteil gegenüber der Computertomographie ist die primäre freie Wahl der Schichtebenen. Außerdem erlaubt die MRT eine morphologische Feindiagnostik insbesondere bei Diskusverlagerungen (Gernet und Rammelsberg 2002). Die dabei verwendeten Magnetfelder werden grundsätzlich als risikolos für den menschlichen Organismus eingeschätzt. Das Bundesgesundheitsamt lässt Feldstärken bis zu 2 Tesla zu (Becker und Spitzer 1987).

1.6.1 Indikationen zur MRT des Kiefergelenkes

Die Magnetresonanztomographie speziell des Gesichtsschädels ist bei etlichen Fragestellungen indiziert. Helms (1984) fertigte als erster Magnetresonanztomographien des Kiefergelenkes an. Eine Indikation zur MR-Tomographie ist bei jeder Art von artikulären Funktionsstörungen, Diskopathien, vor umfangreichen definitiven prothetischen Versorgungen sowie zur Therapiekontrolle zu stellen (Helms et al. 1984, Eberhard et al. 1992, Jäger et al. 2000). Im Optimalfall werden prä- und postoperativ MRTs des betroffenen Gelenkes angefertigt, um einen direkten Vergleich der Gelenksituation zu haben.

Die bildgebende Diagnostik von Arthropathien ist weitgehend der MRT vorbehalten. Neben dem Nachweis arthrotischer Veränderungen können mit funktionellen MRT-Untersuchungen auch Diskopathien und Diskusdislokationen untersucht werden (Augthun et al. 1994, Müller-Leisse et al. 1997, Larheim 2005).

Mittels Magnetresonanztomographie in Verbindung mit den klinischen Untersuchungen lässt sich oft die Pathophysiologie einer Affektion des Temporomandibulargelenkes non-invasiv erklären (Katzberg et al. 1985, Peterova et al. 2004).

Auch Diskusverlagerungen lassen sich mit Hilfe der MRT zuverlässig darstellen. Patienten mit einer Diskusvorverlagerung ohne Reposition bleiben oft symptomlos. So zeigten sich bei einer vergleichenden Untersuchung an 20 Gelenken (15 Patienten) mittels MRT eine Diskusvorverlagerung ohne Reposition; durch die Funktionsanalyse zeigte sich diese lediglich bei acht, durch Axiographie nur bei neun Patienten (Augthun et al. 1994).

1.6.2 Vor- und Nachteile der MRT in der Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde

Ein Nachteil der MRT-Diagnostik ist die aufwendige Lagerung des Patienten, da diese korrekt durchgeführt werden muss und viel Zeit sowie ein hohes Maß an Erfahrung des Neuroradiologen und seines Assistenzpersonals erfordert (Düker et al. 1997). Ein anderer Nachteil sind die langen Messzeiten (Semmler 1986) und somit auch Liegezeiten für den Patienten. Zudem ist das MRT ungeeignet bei Patienten mit Klaustrophobie, Herzschrittmachern und ferromagnetischen Implantaten (Pasler und Visser 1999).

Hinzu kommen der erhebliche finanzielle und technische Aufwand (Eberhard et al. 1992). Nicht zu vernachlässigen ist, dass der Patient gut kooperieren muss, da kleinste Bewegungen zu Artefakten im MRT führen und so die Bildqualität nachlässt.

Knöcherne Strukturen können einfacher und aussagekräftiger im Computertomogramm

dargestellt werden. Nachteil der CT ist jedoch die nicht unerhebliche Strahlenbelastung, auch können Knochenödeme oder Umbauprozesse im Knochen nicht sicher erfasst werden (Düker et al. 1997).

Um ein diagnostisch wertvolles Bild zu erhalten ist es wichtig die Geräteparameter des Kernspintomographen regelmäßig zu überprüfen. Nur so können unterschiedliche Gewebe mit gutem Kontrast, einer hohen Detailerkennung und als Bildinhalt den gewünschten Parameter darstellen (Wellner 1994).

1.6.3 MRT im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren

Die Arthrotomographie wird in der Literatur insgesamt als aussagekräftiger als die MRT bewertet, sowohl in der Befundung des Diskus und dessen Lokalisation als auch in Bezug auf dessen eventueller Perforation. Im Vergleich von dynamischer Arthrotomographie und MRT des Kiefergelenkes kann es häufig zu einer Überbefundung bei der MRT kommen. Mit beiden Methoden konnte ein intraoperativ gesichertes Internal Derangement präoperativ dargestellt werden (Watt-Smith et al. 1993, Liedberg et al. 1996).

Zwischen der Arthrographie und dem MRT bei Kiefergelenkdysmorphien besteht eine 82prozentige Übereinstimmung, während zwischen Arthrographie und Arthroskopie 72 Prozent und zwischen Arthroskopie und MRT 78 Prozent Übereinstimmungen zu finden sind (Moses et al. 1993).

Allerdings sollte beachtet werden, dass die erwähnten Literaturangaben schon über 15 Jahre alt sind und sich die Kernspintomographie zwischenzeitlich erheblich weiterentwickelt hat. Die Kernspintomographie ist außerdem in der Differenzierung der Weichteilstrukturen der Arthrographie überlegen. Nur im Bereich der Grenzbewegungen bei Diskusverlagerungen erwies sich die Arthrographie der MRT als aussagekräftiger (Lin et al. 1993). Als diagnostischer Test für ein Internal Derangement gilt die Tomographie als nicht geeignet. Im Vergleich zur MRT mangelt es der Tomographie an Sensitivität, Spezifität und negativ voraussagbarem Wert (Kamelchuk et al. 1997).

Natürlich zeigt eine Arthroskopie auffällige Pathologien des Kiefergelenkes sehr viel früher als eine Radiographie (Gynther und Tronje 1998). Aufgrund der einfachen Durchführbarkeit und der gleichwertigen Aussagekraft wird jedoch normalerweise für die Feststellung eines Internal Derangement eine MRT des Kiefergelenkes durchgeführt. Der Grad der Dislokation beschreibt die Schwere des Internal Derangement (Ogutcen-Toller et al. 2002).

Aufgrund der Invasivität sollte eine rein diagnostische Arthroskopie des Kiefergelenkes

heutzutage selten erforderlich sein.

Eine Variante des statischen MRT stellt das sogenannte *near-real-time imaging* dar. Hiermit kann insbesondere die volle Beweglichkeit des Diskus mit hoher Aussagekraft analysiert werden. Durch spezielle Verfahrenstechniken wie die koordinatenbezogene Kopplung kernspintomographischer Aufnahmen mit computergestützter Aufzeichnung der Kondylenbahn und die dynamische Fast-Kernspintechnik in videotechnischer Aufbereitung der Bilddaten kann nicht nur das statische Zustandsbild, sondern auch die dynamische Bewegungsabfolge gezeigt werden. Das Verfahren kann den Diskus sowohl bei gesunden Individuen als auch bei pathologischen Veränderungen in einer hohen Qualität darstellen. Für die tägliche Routine ist das Verfahren jedoch zu aufwendig (Abolmaali et al. 2004, Kordass et al. 1993).

Eine weitere Möglichkeit dynamische Bewegungsabläufe darzustellen wird in der Kombination von Kernspintomographie und Elektromyographie anhand eines Einzelfalls beschrieben (Kordass et al. 1989).

1.7 Internal Derangement (ID) des Kiefergelenkes

Das Internal Derangement ist definiert als eine abnorme anatomische Beziehung des Discus articularis zu den übrigen gelenkbildenden Strukturen (Krestan et al. 2001). Der Diskus verliert dabei seinen für die einwandfreie Funktion des Kiefergelenkes notwendigen Kontakt zu den Kondylen der Mandibula und dem Gelenkbereich des Schläfenbeins. Es handelt sich dabei um eine häufige Erkrankung, die abhängig von ihrem Schweregrad zu klinischen Symptomen führt oder nicht. Das Internal Derangement begünstigt die Entwicklung einer Arthrose mit entsprechenden Veränderungen am Caput mandibulae sowie an der Fossa mandibularis (Krestan et al. 2001). Schätzungen gehen davon aus, daß etwa 25 Prozent der Bevölkerung ein klinisch oft nicht apparantes, wenig ausgeprägtes ID aufweisen (Farrar und McCarty 1979, Wiberg und Wänman 1998).

Meist handelt es sich um eine progressive anteromediale Diskusdislokation, die häufig mit einer schmerzhaften Kapsulitis vergesellschaftet ist. Die häufigste Form ist die Ventralverlagerung des Diskus bei erhaltener Reposition während der Mundöffnung. Bei schwereren Formen kommt es zu totalen Ventralverlagerungen ohne Reposition. Der Schweregrad der Dislokation korreliert mit der Klinik. Es werden drei Typen der Dislokation unterschieden: ohne, mit intermittierender und mit persistierender Kiefersperre. Die frühzeitige Therapie kann eine Progression der Dislokation verhindern. Konservative Therapieansätze sind unter anderem Kauverbot, Muskelrelaxantia sowie die Gabe von

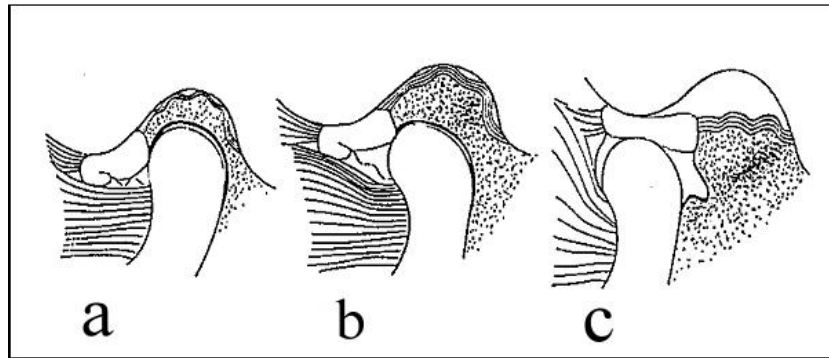


Abbildung 1.3: Anteriore Diskusverlagerung mit Reposition: a) der Diskus liegt vor dem Kondylus bei geschlossenem Mund, b) der Diskus wird bei Mundöffnung vor dem Kondylus hergeschoben bis es zum Aufsprung auf den Kondylus kommt, meist durch Knacken hörbar und fühlbar, c) bei maximaler Mundöffnung ist der Diskus reponiert und befindet sich in physiologischer Position.

nichtsteroidalen Antiphlogistika.

Die MRT hat sich als aussagekräftige Methode zum Nachweis eines ID etabliert. Hierbei gilt die Kondylusposition als guter Indikator für die Diskusmorphologie und -position. Mit Hilfe von MRT wurden 122 Kiefergelenke von 61 Patienten mit Kiefergelenksdysfunktion untersucht. Besonderer Augenmerk wurde auf die Kondylusposition, eine eventuelle Diskusdeformität und den Grad der anterioren Diskusdislokation gerichtet. Als Hauptmerkmal einer moderaten Diskusdislokation zeigte sich eine posteriore Kondylusposition (Bonilla-Aragon et al. 1999). Eine statistisch signifikante Übereinstimmung zwischen der Kondylusposition und den Diskuspositionen mit oder ohne Reposition wurde jedoch nicht gefunden. Eine superiore Diskusposition ist von Bedeutung für eine zentrische Kondylusposition (Incesu et al. 2004).

Signalintensitätsunterschiede des Diskus, Kondylushypermobilität, Narben und Osteonekrosen vor allem bei anterioren Diskusdislokationen ohne Reposition gelten als Indikatoren für komplizierte Stadien eines Internal Derangements (Sener und Akganlu 2004). Der Diskus verändert seine normalerweise bikonkave Form und nimmt in der anteroposterioren Länge ab (de Leeuw et al. 1995).

Bei zunehmender Diskusdislokation können mittels MRT Veränderungen des Diskus, der medialen und lateralen Kondylen und der Kondylusposition mit hoher Signifikanz dargestellt werden (Lemke et al. 2005, He et al. 2004).

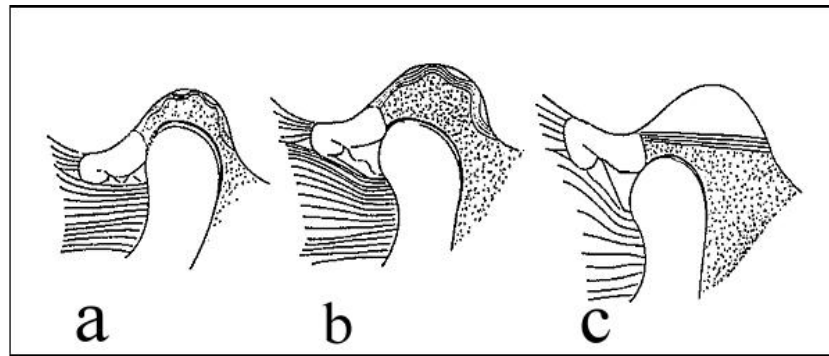


Abbildung 1.4: Anteriore Diskusverlagerung ohne Reposition: a) der Diskus liegt vor dem Kondylus bei geschlossenem Mund, b) Bei der Mundöffnungsbewegung ergibt sich eine Änderung der Diskus-Kondylus-Relation, d.h. der Diskus wird vor dem Kondylus hergeschoben, ohne dass es zum Aufsprung des Kondylus auf den Diskus kommt, c) bei maximaler Mundöffnung erreicht der Diskus nicht seine physiologische Position, d.h. er bleibt in seiner pathologischen Stellung, wird deformiert und blockiert eine weitere Mundöffnung. Häufig ist die Mundöffnung mit Schmerzen verbunden.

Auch der Umkehrschluss ist nachgewiesen; je fortgeschrittener das Internal Derangement ist, desto mehr Schädigung des Diskus können mittels MRT dargestellt werden (Taskaya-Yilmaz und Ogutcen-Toller 2001).

Eine eindeutige Übereinstimmung zwischen *Klinik* und Befunden des MRT lässt sich nicht sicher aufweisen. Mit Augenmerk auf das ID wurde das Verhältnis zwischen Kiefergelenkschmerzen und MRT-Auswertungen untersucht. Die verschiedenen Untersuchungen in Form von Palpation und Funktionsprüfungen des Kiefergelenkes geben Hinweise auf die mittels MRT nachweisbare Diskusverschiebung mit als auch ohne Reposition. Der statistische Kappa -Index zwischen Klinik und MRT-Befund beträgt nur 0,16 (Emshoff et al. 2001).

Die Pathogenese des Internal Derangements scheint in Zusammenhang mit der einwandfreien Funktion sowie korrekter anatomischer Lage des M. pterygoideus lateralis zu stehen. Mittels MRT wurden gesunde und pathologische Kiefergelenke mit besonderem Augenmerk auf den erwähnten Muskel untersucht. In über 85 Prozent der Patienten mit anteriorer Diskusdislokation ohne Reposition berührten Fasern des superioren Kopfes des lateralen Pterygoidmuskels den Diskus und Fasern des inferioren Kopfes den Kondylus. Eine Atrophie des M. pterygoideus lateralis zeigte sich in 43.7 Prozent der Patienten mit anteriorer Diskusdislokation ohne Reposition. Ein chronischer Spasmus des Muskels

in Zusammenhang mit topographischer Fehlposition und funktioneller Dysfunktion desselben kann folglich Ursache eines Internal Derangement und Diskusdislokation mit oder ohne Reposition sein (Taskaya-Yilmaz et al. 2004).

1.8 Korrelation zwischen MRT, Anatomie, Histologie und intraoperativem Befund

1.8.1 Korrelation zwischen MRT, Histologie und Anatomie

Der direkte Vergleich zwischen Befunden im MRT und dem vom Anatom freigelegten Kiefergelenk stellt einen Standard mit hoher Sensitivität dar, um die Aussagekraft eines bildgebenden Verfahrens zu beurteilen. In der Literatur beschäftigen sich viele Studien mit der vergleichenden anatomischen und MR-tomographischen Untersuchung an isolierten Kiefergelenken.

In einer älteren Studie wird besonders Augenmerk auf den Vergleich zwischen MRT und anatomischen Schnittpräparaten in Hinblick auf Diskusposition und Konfiguration des Diskus gerichtet. In 11 von 15 MRT wurde die Diskusposition (73 Prozent) korrekt bewertet, während bei nur 9 die Konfiguration (60 Prozent) korrekt bewertet wurden (Westesson et al. 1987).

Es wird eine 78prozentige Übereinstimmung in der Darstellung der Weichteilgewebe beschrieben, insbesondere die Form und die Position des Diskus articularis wurden korrekt beurteilt. Bei einzelnen Schichtaufnahmen ist es nicht immer möglich den Diskus artikularis von dem üblichen Gewebe abzugrenzen, dies wird auf die sehr ähnliche Signalintensität des Diskus und der bilaminären Zone zurückgeführt (Müller et al. 1992). Naturegegebene, interindividuelle Variationen der Signalintensität von Gewebe kann zu schweren Fehlinterpretationen führen. Piehslinger (1997) beschrieb Fehlerquoten von bis zu 60 Prozent. Eine Fehlerquelle bei Interpretationen von MRT stellt die feingewebliche Ähnlichkeit - und damit auch Signalintensität - von Diskusdislokationen und dem Kapselbindegewebe dar. Das Kapselbindegewebe kann eine Dislokation vortäuschen. Pathologische Gewebereaktionen ändern das MRT-Signal und tragen dazu bei, falsch-positive Befunde zur Diskusdislokation entstehen zu lassen (Pinkert et al. 2000).

Im Weiteren müssen postmortale Wasserverschiebungen im Bereich des Kiefergelenkes als Ursache für eine Fehlinterpretation des MRT in Betracht gezogen werden. Postmortal findet eine Verschiebung von 50 Prozent des Wassers aus dem extra- in den intrazellulä-

ren Raum statt. Interessanterweise konnten Crowley et al. (1996) keine falsch-positiven Diagnosen in der Korrelation zwischen anatomischen und MRT-Schnitten von Kiefergelenken menschlicher Leichen in der Koronal- und Sagittalebene nachweisen.

1.8.2 Korrelation zwischen MRT und intraoperativem Befund

Viele Studien befassen sich mit der Korrelation zwischen präoperativem MRT-Befund und intraoperativem Befund. Bezüglich der Diskusposition konnte eine 88prozentige Übereinstimmung mit dem intraoperativen Befund nachgewiesen werden. Bei ausgeprägter Diskusdislokation mit degenerativen Veränderungen der Kondylen sei ein CT des Kiefergelenkes aussagekräftiger. Zur Diagnostik einer Diskusperforation zeigt sich 1994 die Kiefergelenksarthrotomographie als Goldstandard (Raustia et al. 1994). Dies ist heutzutage durch den Einsatz von MRT ersetzt.

Santler et al. (1993) beschreiben 80prozentige Übereinstimmung zwischen intraoperativ nachgewiesener Diskusposition und präoperativem MRT. Eine Fehlerquelle sind Diskusverschiebungen durch Diskusdegeneration. Besonders der posteriore Teil des Diskus erschien durch die bilaminäre Zone dicker. Entsprechend war das Signal im MRT intensitätsgemindert und es kam zu Fehlbestimmungen.

1.9 Korrelation zwischen bildgebenden Verfahren und Kiefergelenkschmerzen

Bei der Kiefergelenksarthrose besteht laut Suenaga et al. (1996) eine Beziehung zwischen einer Kontrasterhöhung im MRT und Diskusdislokation mit entsprechendem Schmerz. Bei Patienten mit Kiefergelenkschmerz ist das Signal in 80 Prozent prominent. Patienten mit rein muskulären Schmerzen hingegen zeigen in 85 Prozent ein nur leicht verstärktes Signal. Bei der Diskusposition fällt besonders auf, dass das Signal stärker wird je fortgeschrittener die Diskusdislokation ist.

Behr et al. (1996) vergleichen mögliche Zusammenhänge zwischen im MRT darstellbaren Diskusverlagerungsformen, Diskus- und Kondylusformveränderungen sowie Flüssigkeitsansammlungen im Gelenkraum und der Schmerzsymptomatik. In dieser Studie lies sich nur ein Zusammenhang zwischen Schmerzsymptomatik, Verlagerungsart und Gelenkerguss bei der Altersgruppe der 14-29-jährigen bei der partiellen anterioren Diskusverlage-

rung belegen. Eine Assoziation zwischen zunehmenden Verlagerungsgrad, Schmerzsymptomatik und Gelenkerguss oder Diskusformveränderungen gab es nicht.

Schmerzen bei Kiefergelenkbewegungen werden am häufigsten bei Patienten mit Knochenveränderungen der Gelenkoberfläche gefunden. Eindeutige Zusammenhänge bestehen zwischen Schmerzen bei der Palpation und den Knochenveränderungen der Gelenkoberfläche sowie der Resorption des lateralen Teils des Kondylus. Zusätzlich zeigen Patienten mit Resorption des lateralen Teils des Kondylus eine niedrigere Schmerzschwelle für externe mechanische Stimuli (Kurita et al. 2004).

Fast ausschließlich bei Patienten mit starken Kiefergelenkschmerzen findet sich ein erhöhtes T2-Signal im Bereich der retrodiskalen bilaminären Zone. Als Grund wird eine vermehrte Vaskularisierung der bilaminären Zone vermutet (Sano et al. 1995). Dies würde gut mit den oben genannten, von Taskaya-Yilmaz et al. (2004) beschriebenen Veränderungen im Bereich des M. pterygoideus lateralis übereinstimmen.

Laut Cholitgul et al. (1997) gibt es in nur 37 Prozent einen Zusammenhang zwischen Schmerzen im Gelenk und Diskusverlagerung. Bei 58 Prozent des Patientengutes ist Knacken das Hauptsymptom der Diskusverlagerung, Schmerzen werden bei nur 37 Prozent beschrieben.

Guler et al. (2003) stellen bei 102 Kiefergelenken von 64 Patienten Erguss, Diskusdislokation und knöcherne Kondylusveränderungen dem Schmerz bei knackendem und nicht knackendem Kiefergelenk gegenüber. Bei 52 Prozent der Kiefergelenke wies er mittels MRT eine Diskusdislokation mit Reposition, bei 48 Prozent ohne Reposition vor. Es gab einen starken Zusammenhang zwischen Alter und degenerativen Veränderungen. Knöcherne Kondylusveränderungen traten eher in Kiefergelenken mit Reposition und Knacken auf.

Vor allem Ergüsse, die durch Diskusdislokation, degenerative Veränderungen und Nekrosen auftreten, sind prädisponierend für Kiefergelenkschmerzen (Adam et al. 1998, Larheim et al. 2001).

Zur sicheren Diagnostik eines Kiefergelenkergusses eignet sich vor allem das *frequency-selective fat saturation T2-weighted image*. Der Kappa-Index zwischen dem mittels dieser Methode nachgewiesenem Erguss und dem Auftreten von Schmerz liegt bei 0.66 (im Vergleich: 0.56 mittels herkömmlichem MRT) (Tanaka et al. 2002).

Andere Studien beschreiben im Gegensatz dazu eine 78prozentige Übereinstimmung zwischen Klinik und MRT. Vor allem bei Diskusverlagerungen nach anterior ohne Reposition stimmen Klinik und MRT-Befund mit einem Kappa -Index von 0.56 überein (Frahn et al. 1997).

Zwei unabhängige Auswerter untersuchten in einer Studie an 32 Patienten (51 Kieferge-

lenke) die Korrelation zwischen Klinik und MRT-Befund. Bewertet wurden Diskusposition, Kondylusposition, Signalintensität des Diskus und der bilaminären Zone sowie knöcherne Veränderungen. Für die anteriore Diskusdislokation fand sich im Mittel ein Kappa-Index von 0.46, für die transverse Position 0.44 und die Position des Kondylus 0.45. Bei den anderen Kriterien ist der Kappa -Index gering (Signalintensität des Diskus: 0.14 und der bilaminären Zone: 0.24) (Vahlensieck et al. 2002). Der Kappa-Index beschreibt in einer Scala von 0,00 bis 1,00 den Grad an Übereinstimmung zwischen verglichenen Bewertungen. Die höchste Übereinstimmung befand sich bei der anterioren Diskusdislokation (Vahlensieck et al. 2002).

1.10 Psychosomatische Komponenten des Kiefergelenkschmerzes

Psychologische Belastungssituationen werden als mögliche Ursachen für Parafunktionen genannt (Lobbezoo et al. 1997), aber auch mit der Entstehung von CMD in Verbindung gebracht (Dahlström 1993, Huang et al. 2002). In Studien an Patienten mit CMD und einer Kontrollgruppe konnte nachgewiesen werden, dass bei diesem Patientenkollektiv höhere Stressbelastungen, somatische Beschwerden und emotionale Probleme auftreten (Dahlström 1993, List et al. 2001). Belastende Lebenssituationen können neben Parafunktionen kofaktoriell für Muskelverspannungen verantwortlich sein (List et al. 2001). Mögliche Zusammenhänge zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen und der Persönlichkeitsstruktur finden sich in einer Arbeit von John und Selle (1993). Einerseits werden psychologische Faktoren als ursächlich, andererseits als Folge der Kiefergelenkserkrankungen und der damit verbundenen Schmerzen gesehen. 88 Patienten wurden unabhängig voneinander durch einen psychologischen Giessener-Fragebogen als auch durch den Zahnarzt eingeschätzt. John und Selle fanden bei ca. 25 Prozent der untersuchten 88 Patienten Persönlichkeitsmerkmale, die für eine Depression sprechen. In einer Studie von Velly et al. (2002) korrelieren Angst und das Vorhandensein von Diskusverlagerungen eng miteinander.

Ein chronischer Schmerz ausgehend vom Kiefergelenk kann psychische Alterationen bis zur Entwicklung einer manifesten Depression sowie chronische Muskelverspannungen und Fehlhaltungen auslösen. Es besteht die Gefahr einer ungerechtfertigten Stigmatisierung des Patienten (Umstadt 2005).

1.11 Sonographie des Kiefergelenkes versus MRT

Der Vorteil der Ultrasonographie liegt in den geringeren Kosten und der Schnelligkeit der Durchführbarkeit der Untersuchung. Mit einer Schallfrequenz von 13 oder 15 Megahertz erlaubt das Ultraschall auch eine Darstellung feinsten, weichgewebiger Strukturen im Submillimeterbereich. Die Ultrasonographie eignet sich allerdings nicht zur Beurteilung der knöchernen Verhältnisse (Sader et al. 1995).

Die Sonographie stellt eine schnelle und sichere Methode dar, um Bewegungsausmasse des Kiefergelenkes zu beurteilen. Genauere Aussagen zur Diskusdislokation, gegebenenfalls einer Perforation, Kapselfibrose und kristallinen Strukturen in der Synovia kann nur im Vergleich mit MRTs gemacht werden, insbesondere wenn es um die Beurteilung einer medialen Dislokation geht (Landes et al. 2000).

Im Vergleich Ultraschall und MRT konnten bei der rheumatoiden Arthritis und psoriasis Arthritis hohe Übereinstimmungen mit einer Sensitivität von 72.3 Prozent und Spezifität von 60 Prozent gefunden werden. Untersucht wurden Veränderungen des Diskus, des Kondylus und des Ergusses bei 33 Patienten. Damit stellt die Sonographie ein ergänzendes diagnostisches Werkzeug in der Erfassung der Arthritis dar (Melchiorre et al. 2003). Die Sonographie ist jedoch sehr abhängig von der Auflösung des Gerätes an sich und der Erfahrung des Untersuchers.

Insbesondere in der Diagnostik von Kondylusabnormitäten zeigt sich der Ultraschall als wichtiges Hilfsmittel. Mit einer Sensitivität von 87 Prozent und einer Spezifität von 20 Prozent war es möglich die Diagnose Osteoarthritis zu stellen (Brandlmaier et al. 2003, Bertram et al. 2001).

Über einen Zeitraum von 6 Monaten wurden in einer Studie 100 Patienten durch einen erfahrenen Radiologen mit dynamischen high-resolution-Ultraschall und MRT untersucht. Die Sonographie erreichte im Bereich der degenerativen Veränderungen eine Sensitivität von 94 Prozent und eine Spezifität von 100 Prozent, beim Erguss eine Sensitivität von 81 Prozent und eine Spezifität von 100 Prozent, bei der Diskusdislokation mit geschlossenem Mund zeigte sich eine Sensitivität und Spezifität von jeweils 92 Prozent und bei der maximal geöffneten Position eine Sensitivität von 86 Prozent und eine Spezifität von 91 Prozent. In weiteren Studien müssen noch die falsch negativen Ergebnisse erklärt werden (Jank et al. 2005).

1.12 Cytokine, Oberflächenantigene, Rheumafaktoren und Kiefergelenksarthritis

In der Studie von Segami et al (2002) wird untersucht, ob ein Kiefergelenkserguss eine Synovitis reflektiert. Bei 100 Patienten, 65 mit Internal Derangement und 35 mit Osteoarthritis wurde eine MRT angefertigt und eine Probe mit Synovia entnommen. Bei 40 Kiefergelenken war kein Erguss nachweisbar, in 60 Kiefergelenken mit Erguss war die Konzentration an IL-6 und Gesamtprotein signifikant höher als bei denen ohne Erguss. Weiter gab es einen Zusammenhang zwischen dem Grad des Ergusses und der Höhe der Proteinkonzentration, insbesondere IL-6 und IL-8. Diese Interleukine spielen eine wichtige Rolle in der Pathogenese von Kiefergelenkserkrankungen (Segami et al. 2002).

Im Falle der rheumatoiden Arthritis ist eine im CT nachweisbare Regression von Erosionen mit einer Erhöhung von S-5-HT und P-IL-1sRII im peripheren Blut korreliert, während eine Progression mit einer Erhöhung von P-5-HT assoziiert ist. Eine Regression der Sklerose geht einher mit einer Erhöhung der P-5-HAT und der BSG (Voog et al. 2004).

Cytokine wie IL-1, IL-8 und TNF (Tumor-Nekrose-Faktor)-alpha spielen eine entscheidende Rolle bei Schmerzen und Hyperalgesie des Kiefergelenkes. Bei gesunden Individuen fehlt IL-1 in der Synovia. Da beide Cytokine mit chronischen Schmerzen in Zusammenhang zu sehen sind könnten sie die Zielscheibe für eine spezifische Therapie sein (Lobbezoo et al. 2004, Sakedai et al. 2004).

Das Oberflächenantigen HLA-DRB1 04 ist assoziiert mit Kiefergelenksergüssen und gilt als prädisponierend für degenerative Erkrankungen des Kiefergelenkes (Helenius et al. 2004). Die Konzentration von löslichem TNF (Tumor-Nekrose-Faktor)- alpha zeigt sich in Synoviaflüssigkeit von Patienten mit Osteoarthritis oder Diskusdislokation im Vergleich zu gesunden Patienten signifikant erhöht (Uehara et al. 2004).

Die Pyridinolin/Desoxypyridinolin-Kollagen-Rate im Urin bei Patienten mit Osteoarthritis des Kiefergelenkes ist ein nützlicher Indikator für pathologische Veränderungen. Die Urinkonzentration von Pyridinolin zeigt sich bei Patienten mit Osteoarthritis gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht (Tanimoto et al. 2004).

Mittels Immunfluoreszenz wurde ein statistischer Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Chlamydienantikörpern nach stattgehabter Chlamydieninfektion bei Patienten mit Monoarthritis und chronischer Kiefersperre nachgewiesen (Paegle et al. 2004).

Einige Studien beschäftigen sich mit der Fragestellung inwieweit die Progression der Arthritis mit der Höhe spezifischer Marker wie CRP oder Interleukin-1 beta korreliert. Der sogenannte Knochenverlust bei Kiefergelenkserkrankungen korreliert mit der Höhe des

CRP-Wertes. IL-1 beta korreliert mit dem Aktivitätsgrad einer diagnostizierten Arthritis (Nordahl et al. 2001).

1.13 Die Osteoarthritis des Kiefergelenkes

1.13.1 Primäre Kiefergelenkserkrankungen

Zu den primären Kiefergelenkserkrankungen gehören die traumatische, infektiöse, chronische Arthritis, die Arthritis psoriatica und die ankylosierende Spondylitis. Die Arthritis als Begleitreaktion bei systemischen chronischen rheumatischen Erkrankungen ist seltener geworden. Mögliche Ursache einer akuten pyogenen Arthritis ist die Fortleitung aus der Umgebung infolge Otitis media, Osteomyelitis, Parotitis oder einer offenen Kiefergelenksverletzung. Der häufigste Erreger der infektiösen Arthritis des Erwachsenen ist *Staphylococcus aureus*. Denkbar sind infektiöse Arthritiden auch als Folgeerscheinungen von Erkrankungen wie Gonorrhö, Syphilis, Tuberkulose, Typhus oder Scharlach. Wegen des allgemein zu beobachtenden Rückgangs dieser Krankheiten ist ein Zusammenhang jedoch eher unwahrscheinlich (Zimmerli und Flückiger 2001).

Neben einer Fehlstellung des Unterkiefers bestehen bei der infektiösen Arthritis Entzündungszeichen wie Fieber, lokale Überwärmung, Rötung und Schwellung. Durch den serösen oder eitrigen Gelenkerguss ist die Gelenkgegend druckschmerzhaft. Bewegungsschmerzen bedingen reflektorisch eine Kieferklemme oder die Bonnetsche Schonhaltung. Die regionären Kieferlymphknoten können reaktiv geschwollen sein. Komplikationen können sich durch eitrige Einbrüche in die Parotisloge und in die retromaxillären, infratemporalen sowie parapharyngealen Räume ergeben. Wird die Infektion nicht schnell behandelt kann es meist bedingt durch eine Nekrotisierung der knorpeligen Anteile, zur irreparablen Schädigung des Gelenkes kommen, so dass eine sofortige, hochdosierte systemische Antibiotikatherapie angezeigt ist.

Bei Chronifizierung oder nicht rechtzeitiger antibiotischer Behandlung ist der Übergang in eine Osteoarthrose oder Ankylose möglich, bei jungen Patienten kann es auch zu einer Unterentwicklung der Kondylen und des aufsteigenden Unterkieferastes führen. Therapeutisch besteht die Möglichkeit der Punktion, hochdosierte Antibiotikatherapie und frühzeitige Dehnungsübungen um einer Ankylose entgegen zu wirken (Bartsch 1992).

1.13.2 Ankylose

Bei der Ankylose sind die Gelenkanteile durch bindegewebige, knöcherne oder gemischt (fibroossäre) Verwachsungen fixiert. Sie ist in der Regel nicht mit Schmerzen verbunden, bedarf bei knöchernen Verwachsungen jedoch der chirurgischen Behandlung zur Wiederherstellung der Gelenkfunktion. Bindegewebige Verwachsungen sind wesentlich häufiger und meist zwischen Diskus und Fossa lokalisiert. Sie treten überwiegend mit Dislokationen ohne Reposition auf. Typisch sind eine Bewegungseinschränkung der Translation des betroffenen Kondylus, die zu einer reduzierten Mundöffnung mit Deflexion zur betroffenen Seite führt. Differentialdiagnostisch müssen andere mechanische und muskulär bedingte Kieferklemmen ausgeschlossen werden. Bei eindeutiger Diagnose mittels CT zum Beispiel ist der operativen Therapie den Vorzug gegeben, da konservative Massnahmen bisher enttäuschten oder nur temporär halfen. Eine Operationsmethode wird als Lückenosteotomie bezeichnet, wobei eine Lücke von 5-8 Millimetern zwischen Schädelbasis und dem Kondylus geschaffen wird. Nach vollständiger Ostektomie wird die Mobilität des Unterkiefers überprüft. Reicht die Mundöffnung nicht aus, so ist nach weiteren Ursachen für die Kieferklemme zu suchen, eventuell ist eine Resektion des Processus muscularis notwendig. Es wird empfohlen ein Interponat (z.B. Temporalisfaszie) in die Lücke einzulagern, wenn keine Abstützung gewährleistet ist. Der Erfolg der Operation ist abhängig von der erzielten Mundöffnung und intensiven Training des Patienten (Reich und Von Lindern 2002). Eine Ankylose findet sich gelegentlich auch als sekundäre Erkrankung nach rheumatoider Arthritis (Kobayashi et al. 2001).

1.13.3 Traumatische Arthritis

Die *traumatische* Arthritis ist eine umgehende intraartikuläre entzündliche Antwort auf einen direkten Schlag auf das Gelenk, wobei es zur Schädigung der Bänder, der Gelenkflächen und Überdehnung der Gelenkkapsel kommen kann. Die Diagnose ist anhand der Klinik und der Anamnese leicht zu stellen. Die erhöhte vaskuläre Permeabilität mit Schwellung der Weichteile führt zur Fehlstellung des Diskus und des Kondylus. Da die Problematik meist temporär ist erfolgt die Therapie in Form von Ruhigstellung und Analgesie, eventuell ist eine Arthroskopie mit Spülung erforderlich (Kaneyama et al. 2003).

1.13.4 Chronische Polyarthrititis

Unter die *chronische Polyarthrititis* fallen die rheumatoide und juvenile rheumatoide Arthritis, eine chronisch entzündliche Erkrankung, verursacht durch ein in den Gelenken gebildetes abnormes Immunglobulin und den entsprechenden Autoantikörper RF (Rheumafaktor). Die Klinik und radiologischen Zeichen sind erst zu einem späten Zeitpunkt der Erkrankung vorhanden. Generell treten die radiologisch erkennbaren degenerativen Veränderungen wie periartikulären Demineralisation, Zerstörung der tiefen Lagen des Knorpels und des Knochens verbunden mit einer Verengung des Gelenkspaltes und Entwicklung von Erosionserscheinungen beidseitig auf (Baumgartner et al. 1995).

Von der *rheumatoiden* Arthritis muss man die *seronegative* Arthritis psoriaca und die *Spondylarthritis ankylopoetica* (Morbus Bechterew) abgrenzen. Die Abgrenzung erfolgt durch die sichtbaren Hautläsionen, Nagelveränderungen und dem Fehlen des Rheumafaktors. Das Ausmass der Gelenkbeteiligung reicht von völliger Beschwerdefreiheit bis zu einer fibrösen Ankylose wie sie bei wenigen Patienten beschrieben ist (Gsellmann et al. 1996). Meist erst nach einigen Jahren des Krankheitsverlaufes ist das Kiefergelenk bei der ankylosierenden Spondylitis mitbetroffen. Symptome sind Kiefergelenksschmerzen, Mundöffnungsschwierigkeiten und Steifheit (Gernet und Rammelsberg 2000).

Sowohl bei der rheumatoiden als auch bei den seronegativen Arthritiden spielt die Arthroskopie zur Diagnostik und Therapie nur eine untergeordnete Rolle, da es durch Pannusbildung und Bindegewebsproliferation zur Verengung des Gelenkspaltes kommt. Im Frühstadium kann die rechtzeitige Synovektomie verbunden mit einer Interpositionsarthroplastik eine rheumatische Deformation und Resorption des Kondylus verzögern oder vermeiden. Bei fortgeschrittenen Erkrankungen ist entweder die Interpositionsarthroplastik mit Umstellungsosteotomie des Kiefers oder die Rekonstruktion des Kondylus und damit die Abstützung des Unterkiefers an die Schädelbasis mittels eines osteochondralen Transplantates notwendig. Für die Gelenkrekonstruktion sind verschieden alloplastische Kondylus-Fossa-Prothesen gebräuchlich (Reich und Von Lindern 2002).

Die Speicheldrüsen und das Kiefergelenk sind bei der rheumatoiden Arthritis oft mitbetroffen. Aus der Häufigkeit der Mitbeteiligung sowie des Gesamtaktivitätsstatus kann ein Dysfunktionsindex ausgerechnet werden. In einer Studie mit 50 Rheumapatienten und 23 Kontrollen ergab sich ein medianer Dysfunktionsindex von 5.5 (von 0-21) für die Rheumapatienten und 2.0 für die Kontrollen (von 0-9). Bewegungsschmerzen, muskulärer Schmerz und TMJ-Schmerz korrelierten mit dem Erkrankungsaktivitätsscore. Zusammenfassend ist die rheumatoide Arthritis häufig mit TMJ- Dysfunktion und Hyposalivation assoziiert (Moen et al. 2005).

Dabei zeigt sich die Beteiligung des Kiefergelenkes bei rheumatoider Arthritis als klinisch oft inapparent; in einer Fallstudie an 15 Patienten zeigten bei nur 40 Prozent klinische Hinweise auf TMJ-Arthritis, während mittels HRCT in 86.6 Prozent degenerative Veränderungen des TMG nachgewiesen werden konnten. Eine HRCT des TMG wird deshalb bei jeder diagnostizierten rheumatoiden Arthritis empfohlen, um Kiefergelenksaffektionen schon im subklinischen Stadium erkennen und therapieren zu können (Bayar et al. 2002).

Ein viel versprechendes Verfahren, welches die Pathogenese von Entzündungen im Kiefergelenk verständlicher machen soll beschreiben Van Dijke et al. (1997). Bei arthritischen Kaninchenkiefergelenken wurde die Korrelation von makromolekularen Kontrast-MRT und den histologischen Befunden erhoben. Die Arthritis wird durch Ovalbumin induziert. Ein dynamisches Spin-Echo Bild wurde vor und 30 Minuten nach Injektion von makromolekularen Kontrastmittel gemacht. Bei der MRT- Analyse wurde Augenmerk auf das Plasmavolumen und das sog. *surface area product* gelegt, welches bei entzündeten Gelenken eine Quantifikation ermöglicht. Das Kiefergelenk gehört normalerweise zu den letzten Gelenken, die bei der rheumatoiden Arthritis affiziert sind (Bathi et al. 2004).

Die rheumatoide Arthritis wird als wesentlich aggressiver als die generalisierte Polyarthritits beschrieben (Gynther et al. 1997).

Nur etwa die Hälfte aller Patienten mit rheumatoider Arthritis, die nativradiologisch Veränderungen des Kiefergelenkes aufweisen, geben Beschwerden an. Die Hauptprobleme seien - wenn vorhanden - Schmerzen beim Öffnen und Schliessen des Mundes, 70 Prozent bezeichnen die Beschwerden als gelegentlich auftretend, während 22.5 Prozent regelmässig und 10.6 Prozent permanent Schmerzen angeben (Puchner und Krennmair 2004).

Laut Ueno et al (2003) ist die rheumatoide Arthritis histologisch mit Amyloidablagerungen und CD68-positiven Makrophagenpopulationen vergesellschaftet.

Kuseler et al (1998) untersuchen, inwieweit mit Hilfe der MRT-Diagnostik eine Frühdiagnose bei Kindern mit Juveniler Chronischer Arthritis getroffen werden kann, um eine Therapie einzuleiten, bevor es zu Destruktionen des Kiefergelenkes kommt. Bei 87 Prozent der Gelenke von Kindern mit JCA wurden frühe entzündliche Aktivitäten durch das spezielle Kontrastmittel (Gd-DTPA)-MRT dargestellt, bei konventionellen MRT konnten diese Veränderungen nicht gesehen werden. Das Kontrast-MRT ist demnach bei Weitem sensitiver für die frühe Diagnose von entzündlichen Veränderungen.

Eine größer angelegte Studie der selben Forschungsgruppe beschreibt sogar in 93 Pro-

zent - meist bei klinisch völlig unauffälligen Kiefergelenken - eine Signalverstärkung durch kontrastverstärkte MRT. Es fanden sich in 71 Prozent Kondyluserosionen und in 26 Prozent Pannusbildung. Aus diesem Grund schlagen die Autoren die klinische Untersuchung für eine Art Filter vor. Bei Patienten ohne klinische Symptome sollte ein MRT erfolgen, da dieses frühzeitig Veränderungen aufzeigt (Kuseler et al. 2005). Eine weitere Intensivierung des Signals des Gadolinium-MRT-Signals kann durch Fettsupprimierung erzielt werden (Suenaga et al. 2000).

Andere Autoren empfehlen zur Früherkennung einer Beteiligung des TMJ bei rheumatoider Arthritis im Kindesalter eine orthodontische Untersuchung mit Orthopantogramm (Twilt et al. 2004). Laut Pakkala und Qvarnstrom (2004) stellt ein exzessives Overjet die einzige Variable dar, die zu einer messbaren Erhöhung der Auftretenswahrscheinlichkeit einer temporomandibulären Dysfunktion führt.

Die rheumatoide Arthritis beeinflusst die Lebensqualität stärker negativ als isolierte Kiefergelenksdysfunktionen (Lebedenko et al. 2003).

1.13.5 Metabolische Arthritis

Unter einer *metabolischen Arthritis* versteht man die *Gicht* und *Pseudogicht*. Aufgrund des erhöhten Spiegels an Harnsäure bzw. die Entwicklung von Calciumpyrophosphatdihydrat kommt es zu Kristallablagerungen in den Gelenken und zu Schmerzattacken mit Schwellung, Rötung und Druckdolenz.

1.14 Die Osteoarthritis

Arthrosen sind nach heutiger Vorstellung mit Knorpeluntergang beim Erwachsenen beginnende, alsbald aber alle Gelenkstrukturen ergreifende und langsam fortschreitende Gelenkdestruktionen. Im Gegensatz zu den Arthritiden ist ihr Charakter nicht entzündlich, sondern degenerativ. Arthrosen können an allen synovialen Gelenken auftreten (Hackenbroch et al. 2001).

Die Kiefergelenksarthrose entsteht wenn durch chronische Über- oder Fehlbelastungen die adaptive Kapazität überschritten wird. Der Ursprung von arthrotischen Veränderungen wird im Diskus gesehen, da der Puffereffekt durch die Verlagerung des Diskus verloren geht. Aufgrund von Veränderungen und Zerstörungen des Knorpelgewebes kommt

es zu degenerativen Prozessen im subchondralen Knochen mit osteoklastischer Aktivität, die zu Zystenbildungen, Erosionen und Konturveränderungen des Kondylus führen können. Durch proliferative Prozesse können Osteophytenformationen entstehen (Gernet und Rammelsberg 2000).

Durch einen Verlust von Glukosaminoglykanen verliert der Diskus die Fähigkeit, biomechanischen Belastungen - speziell Kompressionsbelastungen - zu widerstehen. Der Verlust der tangential belasteten Oberflächenschichten, Faserung, Spaltung und Abschuppung des Gelenkgewebes tritt auf; dies kann von der Eburnifikation des darunterliegenden Knochens und von einem unkontrollierten, aktiven Neubildungsprozess begleitet sein. Osteoarthritische Schädigungen werden am häufigsten im lateralen Bereich des Kiefergelenkes gefunden (Mohl et al. 1990).

In der Regel tritt die deformierende Kiefergelenksarthrose zunächst einseitig auf, häufig geht dabei eine Diskusperforation voraus. Im Verlauf kommt es zu Osteolysen im subchondralen Bereich des Capitulum und sekundär zur Destruktion der Gelenkflächen. Klinisch imponieren funktionsabhängige Schmerzen meist ohne Einschränkung der Mundöffnung sowie Krepitationen über dem betroffenen Gelenk. Radiologisch sind eine Usurierung und Randzackenbildung der Kondylusoberfläche sowie eine diskrete subchondrale Entkalkung erkennbar. Reich und Von Lindern (2002) unterscheiden zwei Verlaufformen, die wichtig für die Indikationsstellung zur Operation sind:

- Typ I Arthrose: betrifft hauptsächlich das ältere Lebensalter, erst einseitig, später stets auch auf der Gegenseite und zeigt in der Regel Krepitationen mit funktionsabhängigen Schmerzen im betroffenen Gelenk. Nach einer Phase von 8-18 Monaten kommt es oft zur Remission. Zurück bleibt ein diskusloses Gleitgelenk.
- Typ II Arthrose: schliesst sich an ein Trauma oder eine andere langjährige Kiefergelenkserkrankung an. Im Vordergrund stehen progrediente funktionsabhängige Schmerzen sowie eine Funktionseinschränkung. Es kommt zur Progression, eine Besserung ist kaum zu erwarten.

Spontane Heilung wird bei einer posttraumatischen Arthrose selten beobachtet. Subjektive, aber meist nur temporäre Besserung bieten Wärme, regelmässige Bewegungsübungen und dosierte Beanspruchung. Bei manchen Patienten treten auch begrenzte Reizzustände mit Überwärmung, Gelenkerguss, Bewegungs,- und Ruheschmerz auf. Epidemiologisch ist interessant zu beobachten, dass Frauen häufiger, schwerer und auch an

mehreren Gelenken gleichzeitig erkranken. Die Zahl der erkrankten Gelenke und der Arthrosegrad nehmen mit fortschreitendem Alter ständig zu (Gernet und Rammelsberg 2000).

Martinez-Blanco et al (2004) dokumentieren bei 98.8 Prozent untersuchter Osteoarthrosepatienten Krepitationen im TMJ mit einer Reposition der mandibulären Bewegung. Bei reduzierter Diskusdislokation entwickeln sich auch über Jahrzehnte wenig degenerative Veränderungen. Bei permanenter Diskusdislokation sind degenerative Veränderungen in den meisten Fällen alterunabhängig zu sehen (De Leeuw et al. 1995).

In sehr seltenen Fällen finden sich als Ursache einer Osteoarthrose unerwartet Tumoren. Bei 2776 MRT Untersuchungen wurden 2 Tumoren gefunden, ein Adenoidcystischer Tumor der Parotis und ein maligner Tumor, der sich von der infratemporalen Region bis in den parapharyngealen Raum ausdehnte. Die Rate der inzidentiell gefunden Tumoren war zwar gering (0.072 Prozent), aber da die Tumoren maligne waren sollte jeder Untersucher ein Neoplasma als Ursache der Beschwerden immer in die Differentialdiagnostik miteinbeziehen (Yanagi et al. 2003).

2 Material und Methoden

2.1 Material

2.1.1 Patienten

In diese Studie wurden ausschließlich Patienten einbezogen, die mittels gedoppeltem gefässgestielten Faszienlappeninterponat versorgt wurden. Es handelt sich hierbei um Patienten, die nach einem strikten Schema ausgewählt wurden. Aus einem Kollektiv von etwa 4000 Kiefergelenkpatienten zwischen 1993 und 2003 wurden nur wenige therapieresistente Fälle ($n = 42$) zur Operation ausgewählt. Hierzu beachte man bitte das beigefügte Selektionsschema. Pro Jahr wurden nur fünf oder sechs Patienten nach der im Folgenden beschriebenen OP-Technik versorgt.

Die präoperativen Anamnesen und Untersuchungen wurden im Sinne des klinischen Funktionsstatus der Deutschen Gesellschaft für Zahn, Mund und Kieferheilkunde (DGZMK) durchgeführt.

Die Indikation für einen offenen operativen Eingriff am Kiefergelenk stellten persistierende artikuläre Schmerzen dar, welche auch durch intensive konservative Maßnahmen und eine arthroskopische Lavage und Lyse nicht zu beherrschen waren. Im Zeitraum vom 01.01.1993 bis 21.3.2003 sind insgesamt 42 Patienten aufgrund einer chronischen Kiefergelenksosteoarthritis an 51 Kiefergelenken operiert worden. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum beträgt dabei ca. 4,5 Jahre.

Nachbeobachtung(Monate)	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max	N
Erstes MRT	7,02	1,98	2	12	35 Gelenke
Letztes MRT	54,37	25,04	20	121	35 Gelenke

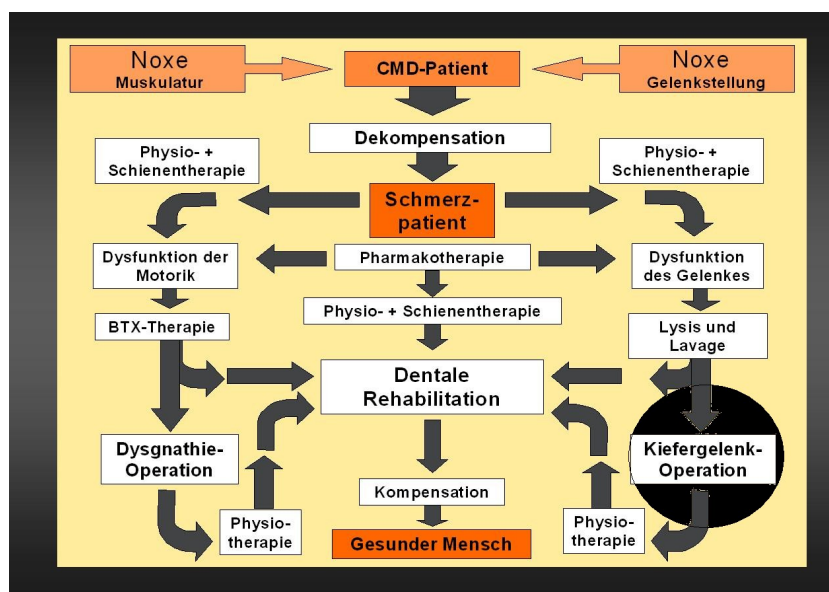


Abbildung 2.1: Selektionsschema und Behandlungspfad zur Versorgung mittels gefäßgestieltem, gedoppeltem Faszieninterponat (mit freundlicher Genehmigung aus der Habilitationsschrift von PD Dr. Dr. H. Umstadt, Marburg, 2005)

93 Prozent der Patienten waren Frauen ($n = 39$).

Geschlecht	N (Anzahl der Patienten)	Prozent
Weiblich	39	92,86
Männlich	3	7,14
Gesamt	42	100

Bei allen Patienten bestand klinisch das Krankheitsbild einer chronischen Osteoarthritis. 15 dieser Patienten zeigten eine anteriore Dislokation des Diskus. Ein Patient litt unter einer Osteochondrosis dissecans, ein Patient zeigte das Vollbild einer beidseitigen Ankylose. Bis auf die Fälle von Ankylose beidseits wurden alle Patienten vor der offenen Kiefergelenksoperation arthroskopisch lysiert und das Kiefergelenk durchgespült. Erst die Therapieresistenz nach arthroskopischer Lyse stellt die Indikation zur Faszieninterposition dar.

2.1.2 Operationstechnik: Diskusersatz durch gedoppelten, gefäßgestielten Faszienlappen

Die von PD Dr. Dr. H. Umstadt aus dem Klinikum Ludwigshafen entwickelte Operationstechnik ist das Ersetzen des Diskus durch einen von der A. temporalis media versorgten, gestielten und gedoppelten Faszienlappen des M. temporalis. Präoperativ wird eine Arthroskopie des Kiefergelenkes durchgeführt, um sich einen Überblick über die Gelenksituation zu verschaffen und bei Bedarf ein Kondylus- oder Fossahaving durchzuführen.

Ziel der Operation ist die Wiederherstellung eines Zwei-Kompartimentengelenkes durch das Einbringen einer Gleit- und Trennungsschicht. Operationstechnisch konnte der Erhalt der Vitalität des Faszieninterponats durch Erhalt der A. temporalis media während der Gelenkpräparation erreicht werden.

Nach präaurikulärem Zugang mit Tragusrand- und Helixkantenschnitt wird der meist stark beschädigte und perforierte Restdiskus bis hinein in die vaskularisierten ligamentären Strukturen des Gelenkes resiziert. Dann wird ein ca. 2,5 cm breiter Streifen der autonom durch die A. temporalis media versorgten Temporalfaszie von der Linea temporalis bis zum Jochbogen umschnitten, vom Muskel abpräpariert, um 270° um die Basis gedreht und auf eine Länge von ca. 2,5 cm gedoppelt.

Diese wird dann durch vorgelegte Nähte in die noch vorhandenen Bandstrukturen des Gelenks eingenäht. Die Dopplung des gestielten Temporalisfaszienlappens vor dem Einbringen in das Kiefergelenk soll bewirken, daß das Interponat dem ursprünglichen Diskus in Stabilität und Dicke ähnlicher wird und die Gleitreibung herabgesetzt wird.

2.1.3 Postoperatives Follow-up

Die Patienten, die sich dieser variierten Operationstechnik unterzogen hatten, wurden in ein intensives postoperatives Nachsorgeprogramm aufgenommen. Im Rahmen der Querschnittsuntersuchung wurde bei jedem Patient folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Intraoperativ: Histologie (Weichgewebe und Hartgewebe) und Zytokinuntersuchung (Rezeptorbestimmung)

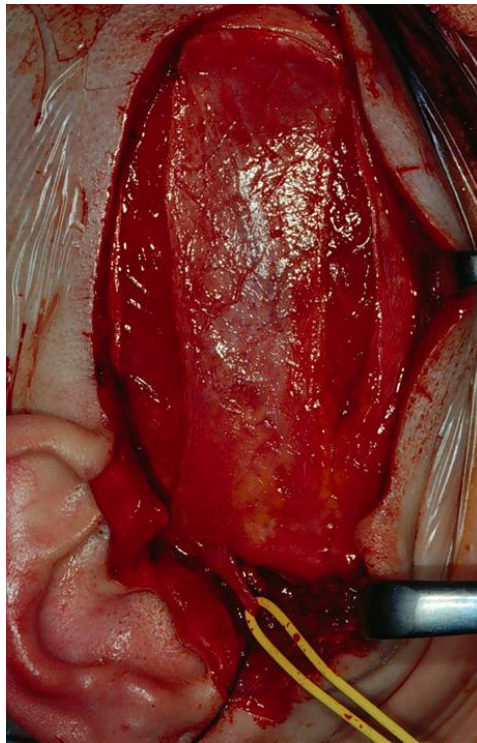


Abbildung 2.2: Gefäßgestielter Temporalisfaszienlappen

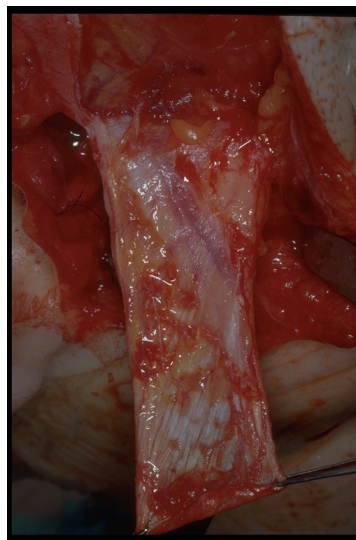


Abbildung 2.3: Freipräparierter, gestielter Faszienlappen vor der Dopplung und Interposition

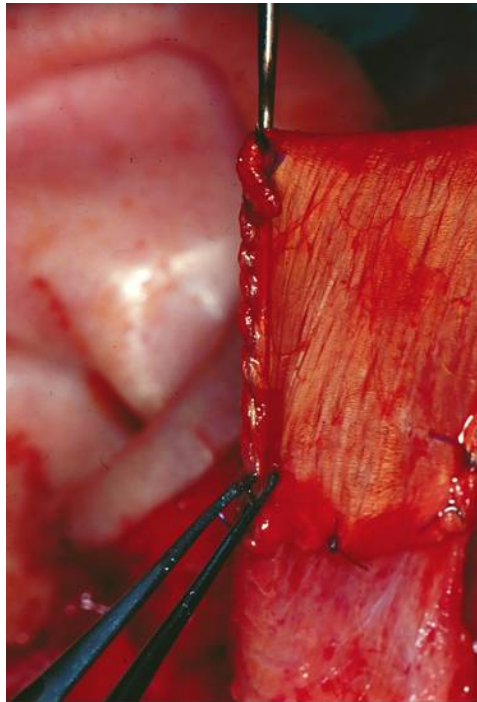


Abbildung 2.4: Freipräparierter, gestielter, gedoppelter Faszienlappen vor der Interposition

- Bildgebende Diagnostik (Erfassung der postoperativ morphologischen Situation durch MRT- Untersuchungen im Verlauf)
- Visuelle und funktionelle Dokumentation der OP-Ergebnisse (Narben- und Nerv-Studie)
- Klinische und Instrumentelle Untersuchung (Funktionsstatus und elektronische Axiographie)
- Lebensqualitätsuntersuchung mit Kernfragebogen, symtomspezifischer Fragebogen

Die vorliegende Arbeit beschreibt diese mittels Magnetresonanztomographie nachweisbaren morphologischen Veränderungen. Die anderen erwähnten Untersuchungen der postoperativen Querschnittsuntersuchungen sind Bestandteil weiterer Dissertationen sowie



Abbildung 2.5: Beispiel einer postoperativen MRT

der Habilitationsschrift von PD Dr. Dr. Umstadt. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich ab dem sechsten postoperativen Monat bis im Median zehn Jahre postoperativ.

2.1.4 MRT-Nachuntersuchung

Entsprechend standardisierte MRT des Kiefergelenks wurden jeweils präoperativ (zeitnah zur offenen Kiefergelenksoperation), sechs Monate postoperativ und dann in jährlichem Abstand bis zehn Jahre postoperativ angefertigt. Im Rahmen der Querschnittstudie konnten bei 35 der 42 an der Querschnittstudie teilnehmenden Patienten alle geplanten MRT angefertigt und systematisch ausgewertet werden. Zur Auswertung wurden die erste postoperative sowie die letzte angefertigte MRT herangezogen.

In die Auswertung gingen nur Gelenke ein, zu denen jeweils ein erstes MRT mit dem Höchstabstand von 12 Monaten zur Operation und ein letztes MRT mit dem Mindestabstand von 20 Monaten zur Operation vorlagen. Alle anderen Gelenke wurden aus der Auswertung ausgeschlossen.

Alle kernspintomographischen Aufnahmen wurden nach einem vorher festgelegten Protokoll angefertigt. Zur Untersuchung wurde für jeden Patienten ein individueller Aufbissblock aus Hartsilikon mit 28 Millimeter Schneidekantendistanz (SKD) angefertigt. Diesen Block hatte der Patient während der Untersuchung im MRT zu tragen. Der Aufbissblock blieb in Besitz des Patienten, um bei späteren Untersuchungen die gleiche

Mundöffnungsposition zu haben, so dass eine Reproduzierbarkeit gegeben ist. Verwendet wurde ein 1,5 Tesla Gerät (Signa Horizon, FA General Electrics), entweder mit einer 3-Inch-Oberflächenspule oder mit mit einer 8-Kanal-Kopfspule. Der Schädel des Patienten wurde in einer speziellen Halterung positioniert. Die Datenaquisition wurde in T2-gewichteter und Protonen-gewichteter Fastspinechosequenz als dual echo sequence (Doppelecho) unter Verwendung einer hohen Matrix durchgeführt. Die Untersuchung wurde parasagittal jeweils in Interkuspitationsstellung, parasagittal im rechten Winkel zur Kondylenachse und koronar parallel zur Kondylenachse bei einer definierten Mundöffnung von 28 Millimeter SKD durchgeführt. Seit März 2000 wurden auch oblique-coronare Schichten durchgeführt, um mehr Informationen über den Kondylus und die Position des Diskus zu erhalten; bezüglich der Beurteilungssitems hatte dies jedoch keinen Einfluss.

Geräte- und Einstellungswerte:

Gerät: Signa Horizon, 1.5 T (GE Medical Systems)

Spule: 3-inch Oberflächenspule oder 8-Kanal Kopfspule

Sequenz: Dual-echo (T2/PD)-Fastspinechosequenz (FSE) oblique senkrecht zum Kondylus gekippt

3-Inch Oberflächenspule:

TR 2000

TE 16 Ef/ 80 Ef

FOV 20x20

Slice 3mm / Gap 0.3mm

Matrix 512 x 384

NEX (Aquisition)2

8-Kanal-Kopfspule:

TR 2280

TE 25.1 Ef/ 87.9 Ef

FOV 20x20

Slice 3mm / Gap 0.3mm

Matrix 256 x 224

NEX (Aquisition)2

2.2 Methoden

2.2.1 Auswertungskriterien und Gruppeneinteilung

Zur Erfassung und Evaluation der morphologischen Situation nach einer offenen Kiefergelenksoperation wird zunächst ein Auswertungsschema entwickelt, welches sich an NIAM (natural information and analysis method) orientiert. Die auch Natural Language Information Analysis Method (NIAM, or Nijssen IAM) genannte, von Nijssen und Halpin 1989 entwickelte Methode hilft, naturwissenschaftliche Sachverhalte und Befunde durch Elementarsätze systematisch zu analysieren und zu bewerten. Ein genauerer, evidenzbasierter Score war zum Zeitpunkt der Datenauswertung nicht verfügbar. Die Schwierigkeit besteht darin, die Bewertungen des Untersuchers durch Punktwerte zu ersetzen, um eine gewisse Vergleichbarkeit der erhobenen Befunde herzustellen. In Kauf genommen wird durch das recht grobe Raster eines Items eine gewisse Reduktion des Informationsgehaltes. (Beispiel: Osteophyt: *Ja* oder *Nein*. *Gering* gibt es nicht.) Dies dient jedoch der Übersichtlichkeit.

Zunächst wurde ein Auswertungsschema zur Beurteilung der kernspintomographischen Befunde (Items) in skalenischer Darstellung entwickelt. Aus diesen vorhandenen MRT-Beurteilungsbogen wurden dann relevante Kriterien für die Score-Bildung, d.h. für die Gesamtbewertung eines Gelenkes in der MRT verwendet (vergl. Abb. 2.1.).

Dann - und dies ist der wichtigste Schritt - erfolgte eine Wichtung der einzelnen Items anhand der klinischen Relevanz der ausgewerteten Details. Große Zahlen entsprechen sowohl im positiven als auch im negativen Sinn besonderer klinischer Relevanz. Aus den Summen aller Einzelscores mit den entsprechend ausgewiesenen Gewichtungen werden Gesamtbewertungsscores gebildet. Die maximal erreichbare Punktzahl im Gesamtscore beträgt hier 159 Punkte. Dies entspricht einem im MRT unauffälligen, gesunden Kiefergelenk.

Es ist der Autorin bewusst, dass die verwendete Auswertungsmethode einige Fehlerquellen birgt. Auf diese wird in der Diskussion eingegangen. Eine evidenzbasiertere Möglichkeit war jedoch nicht verfügbar.

Untersucht hat nach ausführlicher Einführung in die Thematik durch einen erfahrenen Neuroradiologen die Autorin selbst. Eine Verblindung fand nicht statt. Die Befunde wurden stichprobenartig von einem erfahrenen Radiologen gegenbefundet. Grobe Abweichungen in der Befundung traten nie auf.

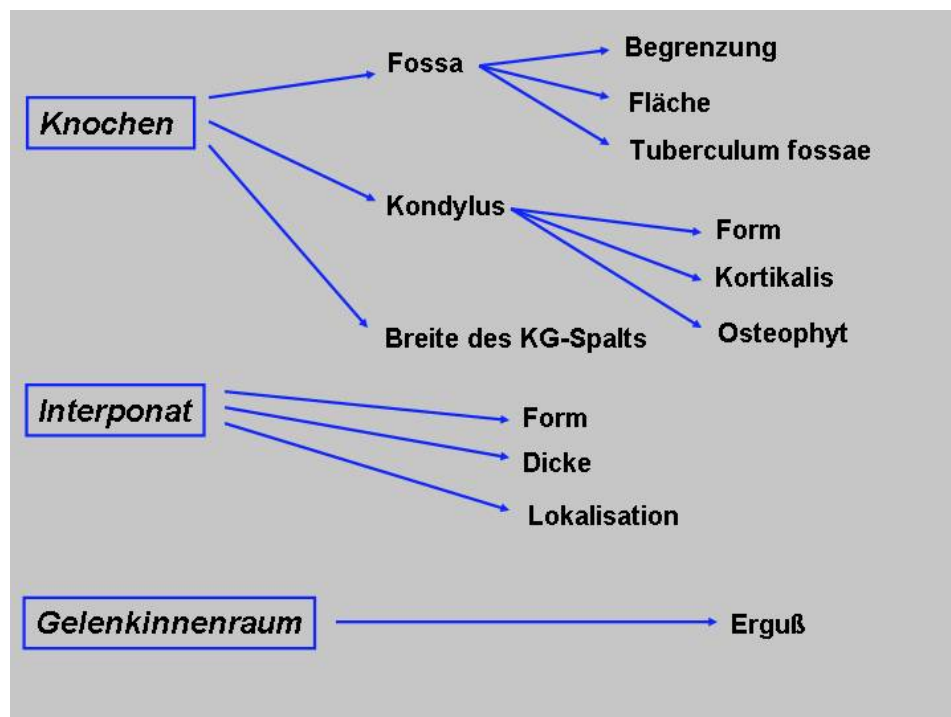


Abbildung 2.6: Auswertung der MRT nach struktur- und funktionsrelevanten Gesichtspunkten

Im Folgenden sind die einzelnen Items mit ihrer Wichtung aufgeführt:

Patient	Beschreibung	Wichtung
SC1: Form der Fossa		
	regelrecht	6
	unregelmäßig	0
	vermehrt sklerosiert	3
SC2: Fläche der Fossa		
	glatt	6
	irregulär	0
SC3: Begrenzung der Fossa		
	scharf	6
	unscharf	0
SC4: Form des Tuberkulum		
	regelmäßig	6
	abgeflacht	3
	irregulär	0
SC5: Form des Kondylus		
	regelrecht	12
	verbreitert	6
	elongiert	6
	abgeflacht	3
	deformiert	0
	verschmälert	0
SC6: Kontur der Kortikalis des Kondylus		
	regulär breit und scharf	24
	rarefiziert	12
	sklerosiert	12
	unterbrochen von Osteolysezone	0
SC7: Osteophyt am Kondylus		
	ja	0
	nein	6

Patient	Beschreibung	Wichtung
SC12: Flüssigkeitsgehalt der Kortikalis		
	normal	12
	vermehrt	0
SC14: Breite des Kiefergelenkspalts		
	regelrecht	12
	verschmälert	0
	verbreitert	3
SC15: Erguss des Kiefergelenkes		
	nicht vorhanden	24
	vorhanden	0
SC16: Dicke des Faszieninterponates		
	nicht beurteilbar	12
	regelrecht	24
	verdickt	12
	verdünnt	0
SC17: Lokalisation des Faszieninterponates		
	regelrecht	6
	verlagert	0
SC19: Form des Faszieninterponates		
	regelrecht	12
	gefaltet	6
	unregelmässig	3
	komplett unterbrochen	0
SC20: Verlagerung des Faszieninterponates bei Mundöffnung		
	mit Reposition	3
	ohne Reposition	0

Trotz intensiver Bemühungen, die Patienten zu regelmäßigen Nachsorgen einzubestellen, gelang dies nicht in allen Fällen. Im Weiteren wurden einige relativ frisch operierte Patienten in diese Langzeitstudie miteinbezogen (21 Monate postop). Entsprechend gibt es innerhalb des Patientenkollektivs Gruppen, die bis zu 121 Monate postoperativ nachuntersucht werden konnten, andere nur bis zu 21 Monaten. Entsprechend wurde das Patientengut in drei etwa gleich große Gruppen aufgeteilt, innerhalb derer der Verlauf (MRT-Befund) durch Betrachtung der jeweils nur ersten und der letzten MRT über-

blickt werden kann. Aus dieser Einteilung lassen sich Vergleiche im kurz-, mittel- und langfristigen postoperativen Verlauf erstellen.

- Gruppe 1: 21-40 Monate (11 Gelenke)
- Gruppe 2: 41-60 Monate (12 Gelenke)
- Gruppe 3: 61-121 Monate (12 Gelenke)

Die Ergebnisse der drei Gruppen werden sowohl bezüglich der Ausgangswerte als auch bezüglich der Endwerte miteinander verglichen.

Die Bildung des jeweiligen Gesamtbewertungsscores wurde aus der Summe aller Einzelscores mit den entsprechend ausgewiesenen Gewichtungen durchgeführt.

In der Regel erfolgte die erste MRT an jedem Gelenk nach 6-7 Monaten nach der Operation (n=35, Mittelwert = 7.02 Monate, Standardabweichung = 1,96).

2.2.2 Beurteilte Kriterien und Score-Bildung

Aus dem vorhandenen MRT-Beurteilungsbogen wurden folgende relevante Kriterien für die Score-Bildung, d.h. für die Gesamtbewertung eines Gelenkes in der MRT verwendet. Bei der Aufstellung der Bewertungskriterien wurden im einzelnen folgende anatomische Strukturen bzw. Befunde berücksichtigt und systematisch abgefragt.

Berücksichtigte anatomische Strukturen bzw. Befunde

- Fossa artikularis
- Tuberkulum artikularis
- Kondylus
- Gelenkspalt
- Erguss
- Faszieninterponat

Der Vorteil der Bildung von Elementarsätzen gegenüber einer reinen Checkliste zeigt sich in der logischen Verknüpfung der einzelnen abgefragten Items, was direkt zu in Sätze fassbare und interpretierbare Ergebnisse führt.

Aufgrund der systematischen Analyse der relevanten Strukturen des Kiefergelenkes in der MRT kann anhand der vorliegenden Auswertungsskala eine valide Beurteilung einer bildgebenden Darstellung der Kiefergelenke durchgeführt werden. Die Scorebildung durch Verteilung von Punkten innerhalb der einzelnen Items wurde aufgrund der klinischen Relevanz durchgeführt.

2.2.3 Auswertung auf Ebene der Gesamtskala sowie der einzelnen Items

Die Auswertung auf der Ebene der Gesamtskala wurde unter zwei Hauptaspekten durchgeführt.

Erstens unter dem Aspekt des Abstandes zwischen der Operation und dem Nachuntersuchungszeitpunkt und zweitens unter dem Aspekt der Entwicklung der Operationsqualität im Verlauf von ca. 10 Jahren.

- Auswertung des ersten postoperativen vs. letztem MRT; aus den 35 Patienten wurden etwa drei gleich große Gruppen nach dem Abstand zwischen Operationszeitpunkt und dem letzten MRT gebildet.
- Auswertung des ersten MRTs postoperativ als Maßnahme des longitudinalen Qualitätsverlaufes der Operationen.

Der Summenscore stellt ein Maß für die morphologische Qualität des Gelenkzustandes dar, daher können aus der jeweils ersten MRT Rückschlüsse auf die Qualität der durchgeführten Operation gezogen werden.

Aus der zweiten MRT können Rückschlüsse auf den morphologischen Zustand der Gelenke im Verlauf in drei unterschiedlichen Zeitabständen gezogen werden.

Die erreichbare Maximalpunktzahl beträgt 159, was nach unseren Auswertkriterien einem völlig intakten gesunden Gelenk entspräche.

Die einzelnen Items werden in Balkendiagrammen dargestellt; eines für das erste MRT, eines für das letzte MRT. Jedes Item wird daraufhin in der Gesamtskala detailliert betrachtet. Es werden wieder die nach dem zeitlichen Abstand der letzten MRT zur Operation konzipierten Gruppen unterschieden. Den Balkendiagrammen sind die Häufigkeiten

zu entnehmen, mit denen Gelenke der betreffenden Gruppe bei der betreffenden MRT der entsprechenden Kategorie zuzuordnen sind.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung auf Ebene der Gesamtskala

Erstes postoperatives MRT vs. letztes MRT

Die Darstellung erfolgt in Form von Fehlerbalken-Diagrammen (s. Abb. 3.1.). Die Mittelwerte der betreffenden Gruppen im MRT- Summenscore werden durch Punkte, Standardabweichung durch Balken dargestellt.

Die exakten Werte und auch die Mittelwerte der Abstände der ersten und der letzten MRT zur Operation in den entsprechenden Gruppen sind der Abb. 3.2. zu entnehmen.

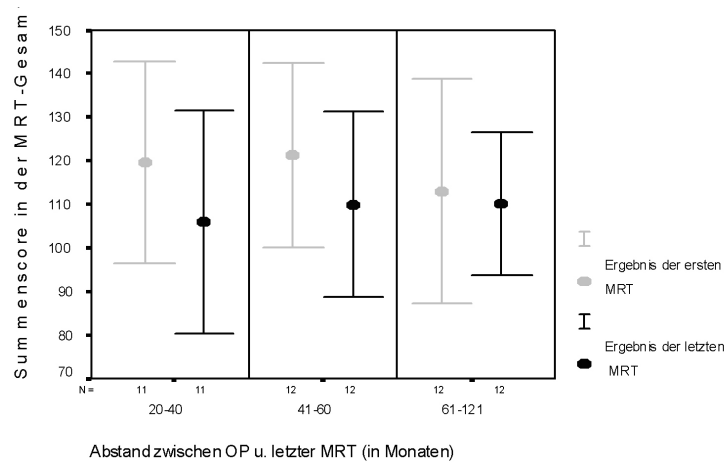
Der Zeitabstand zur Operation ist in den drei Gruppen vergleichbar, dennoch gibt es Unterschiede in der ersten MRT.

In der Auswertung interessiert besonders die Veränderung des Summenscores im letzten MRT über die Zeitgruppen hinweg. Deskriptiv fällt auf, dass der Gruppenmittelwert im Summenscore der letzten MRT von der Gruppe mit Zeitabstand 20-40 Monate (Mittelwert im Summenscore: 106,09) zur Gruppe mit Zeitabstand 41-60 Monate (Mittelwert im Summenscore: 110,00) ansteigt und bei der Gruppe mit Zeitabstand 61-121 Monate (Mittelwert im Summenscore: 110,17) konstant bleibt.

Zur inferenzstatistischen Überprüfung dieser Mittelwertsdifferenzen wurde eine einfaktorielle univariate Varianzanalyse mit dem dreistufigen Faktor *Abstand zwischen OP und letzter MRT* durchgeführt. Der resultierende F-Wert von 0,13 ist bei 2 Freiheitsgraden nicht signifikant (exakte Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0,88$).

Unterschiede in der ersten MRT postoperativ

Das erste MRT bietet sich an, da es hinsichtlich aller Operationszeitpunkte i.d.R. konstant immer nach 6-7 Monaten erfolgte. Ein fraglicher Lernzuwachs im Laufe der Zeit



Abbildungung 3.1: Darstellung der Summenscores im Verlauf zwischen den ersten postoperativen und letzten postoperativen MRT. Die Einteilung erfolgte in etwa drei gleich große Gruppen mit jeweils unterschiedlichen Abständen der zweiten MRT zur ersten.

Gruppe	N	Erste MRT				Letzte MRT			
		Abstand zur OP (in Monaten)		Summenscore		Abstand zur OP (in Monaten)		Summenscore	
		Mittelw.	Stdabw.	Mittelw.	Stdabw.	Mittelw.	Stdabw.	Mittelw.	Stdabw.
OP-letztes MRT: 20-40 Monate	11	6,82	2,36	119,73	23,14	31,45	6,64	106,09	25,64
OP-letztes MRT: 41-60 Monate	12	7,17	1,80	121,25	21,12	45,83	5,31	110,00	21,46
OP-letztes MRT: 61-121 Monate	12	7,08	1,73	113,00	25,72	83,92	19,63	110,17	16,45

Abbildungung 3.2: Summenscore im Verlauf, eingeteilt in drei Gruppen mit unterschiedlichem Abstand zur ersten MRT.

bei der Operationstechnik kann mit diesen MRTs am ehesten nachgewiesen werden.

Aufgrund des herangezogenen Vergleiches scheint ein Lernzuwachs zwischen der ersten OP-Gruppe und der mittleren Gruppe stattgefunden zu haben. Die Operationsqualität steigt zwischen der ältesten Gruppe zur mittleren Gruppe deutlich an, um dann weitgehend gleich auf einem Summenscoreniveau von ca. 120 zu bleiben. Danach (OP-Gruppe 2-3) bleibt die morphologische Situation im Gelenkbereich und damit nach unseren Kriterien auch die Qualität weitgehend gleich.

Um diesen Vergleich darzustellen wurden alle Gelenke herangezogen, zu denen ein erstes MRT vorlag. Diese Gelenke wurden in drei etwa gleichgroße Gruppen je nach Zeitpunkt ihrer Operation eingeteilt.

- Gruppe 1: OP zw. 1993 - 1997 (13 Gelenke)
- Gruppe 2: OP zw. 1998 - 1999 (16 Gelenke)
- Gruppe 3: OP zw. 2000 - 2002 (13 Gelenke)

Der Gesamtumfang beträgt also hier $n = 42$ und nicht $n = 35$, da auch die Werte von denjenigen Gelenken herangezogen wurden, zu denen kein letztes MRT vorlag.

Die Darstellung der Daten erfolgt in einem Fehlerbalken-Diagramm (s. Abb. 3.3.). Die Mittelwerte der betreffenden Gruppen im Summenscore im ersten MRT werden durch einen Punkt dargestellt, der Bereich \pm eine Standardabweichung durch Balken.

Die exakten Werte sind der darunter aufgeführten Tabelle in Abb. 3.4. zu entnehmen. Dort sind auch die Mittelwerte des Abstandes der ersten MRT zur Operation dargestellt.

Deskriptiv fällt auf, dass der Gruppenmittelwert im Summenscore des ersten MRT von Gelenken, die zwischen 1993 und 1997 operiert wurden (Mittelwert im Summenscore: 115,15) niedriger ist als der von Gelenken, die zwischen 1998 und 1999 operiert wurden (Mittelwert im Summenscore: 121,88). Der Gruppenmittelwert von Gelenken, die zwischen 2000 und 2002 operiert wurden (Mittelwert im Summenscore: 117,23) liegt dazwischen.

Zur inferenzstatistischen Überprüfung dieser Mittelwertsdifferenzen wurde eine einfaktorielle univariate Varianzanalyse mit dem dreistufigen Faktor Zeitpunkt der OP durchgeführt. Der resultierende F-Wert von 0,38 ist bei 2 Freiheitsgraden jedoch auf dem 5- Prozent-Niveau nicht signifikant (exakte Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0,69$). Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Unterschiede lediglich durch Zufälligkeiten

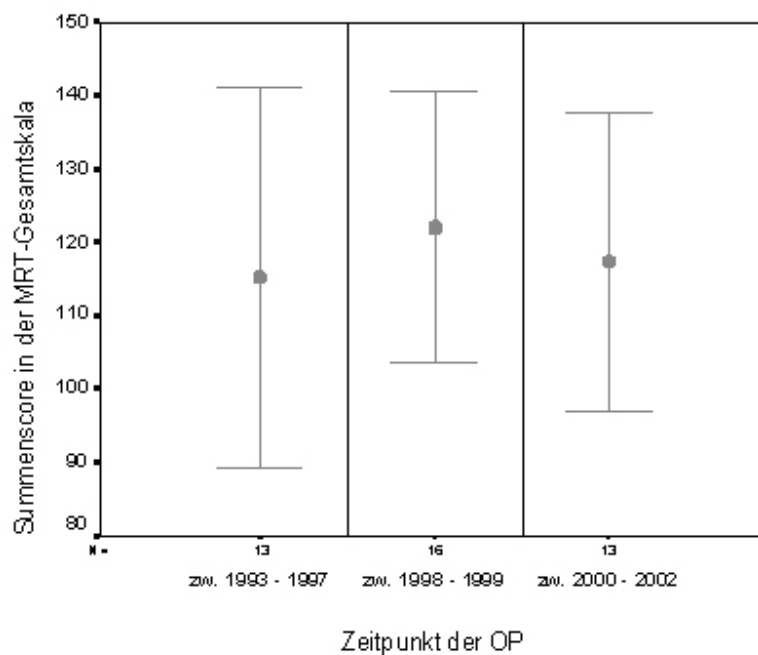


Abbildung 3.3: Summenscore der jeweils ersten MRT eingeteilt in drei Zeitgruppen mit steigendem Abstand zum Beginn der Studie

Gruppe	N	Erste MRT			
		Abstand zur OP (in Mon.)		Summenscore	
		Mittelw.	Stdabw.	Mittelw.	Stdabw.
OP zw. 1993 - 1997	13	7,15	1,68	115,15	25,82
OP zw. 1998 - 1999	16	7,44	2,00	121,88	18,55
OP zw. 2000 - 2002	13	6,85	2,44	117,23	20,29

Abbildung 3.4: Summenscore im Verlauf der ersten MRT, eingeteilt in drei Zeitabständen zu Beginn der Studie

der Stichprobe zustande kamen.

Aus den Daten ist ersichtlich, dass es im Verlauf der Studie zu einem Zuwachs an morphologisch messbarer Operationsqualität gekommen ist. Allerdings sind die Differenzen des jeweiligen Summenscores so gering, dass keine Signifikanz direkt messbar ist.

3.2 Auswertung auf Ebene der einzelnen Items

3.2.1 Fossa artikularis

Um die Fossa artikularis zu beurteilen wird sie aus strukturelevanten Gesichtspunkten eingeteilt in die Form der Fossa, die Fläche, die Begrenzung und in das Tuberkulum.

Form der Fossa (SC1)

Die Form der Fossa kann sich regelrecht, vermehrt sklerosiert und unregelmässig darstellen, entsprechend ist die Wichtung: 6 Punkte für eine regelrechte Fossa, 3 für eine vermehrt sklerosierte und 0 Punkte für eine unregelmässige Fossa artikularis.

Bei beiden Diagrammen sind die Kategorien *vermehrt sklerosiert* sowie *unregelmässig* methodisch bedingt vertauscht.

Bezogen auf den fokussierten Item hat sich der Zustand der Fossa in allen drei Abständen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 hat sich eine Fossa, in der Gruppe zwei haben sich vier Fossae und in der Gruppe 3 haben sich zwei Fossae von regelrecht zu unregelmässig bzw. vermehrt sklerosiert verändert.

Fläche der Fossa (SC2)

Die Fläche der Fossa wird als glatt oder irregulär beurteilt. 6 Punkte für eine glatte Fossa und 0 Punkte für eine irreguläre Fossa.

Der Zustand der Fossa artikularis bezogen auf den fokussierten Item hat sich in zwei der drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert. In der Gruppe 1 und 2 hat sich jeweils eine Fossa von glatt nach irregulär verändert, in der

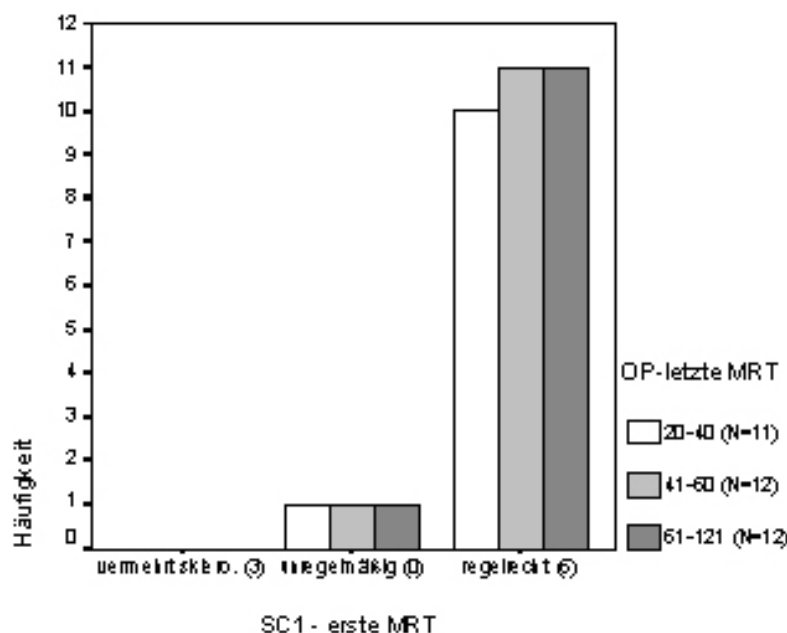


Abbildung 3.5: Zustand der Fossa in der ersten MRT bezüglich Osteolysekriterien der Oberfläche

Gruppe 3 trat keine Veränderung ein.

Begrenzung der Fossa (SC3)

Die Fossa articularis kann scharf oder unscharf begrenzt sein. Eine scharfe Fossa erhält 6 Punkte und eine unscharfe 0 Punkte.

Bezogen auf den fokussierten Item hat sich der Zustand der Fossa articularis in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 haben sich zwei Fossae von scharf nach unscharf, in der Gruppe 2 haben sich drei Fossae von scharf nach unscharf und in der Gruppe 3 hat sich eine Fossa von scharf nach unscharf verändert.

Form des Tuberkulum fossae (SC4)

Das Tuberkulum fossae stellt sich regelmässig (6 Punkte), abgeflacht (3 Punkte) oder irregulär (0 Punkte) dar.

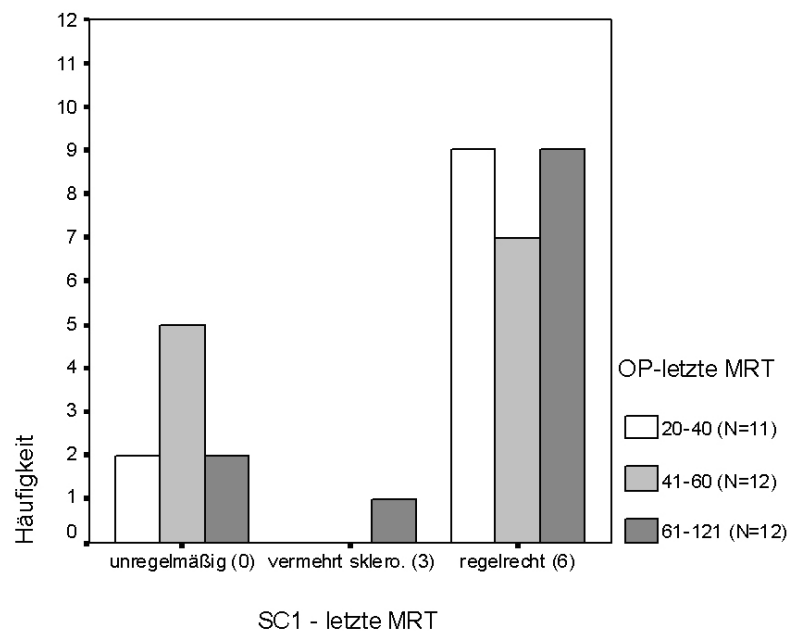


Abbildung 3.6: Zustand der Fossa in der letzten MRT bezüglich Osteolysekriterien der Oberfläche

In den Abbildungen 3.5 und 3.6 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Fossa von regelrecht zu vermehrt sklerosiert bzw. unregelmässig verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item, wobei 0 Punkte für eine unregelmässige Fossa, 3 Punkte für eine vermehrt sklerosierte und 6 Punkte für eine regelrechte Fossa vergeben wurden.

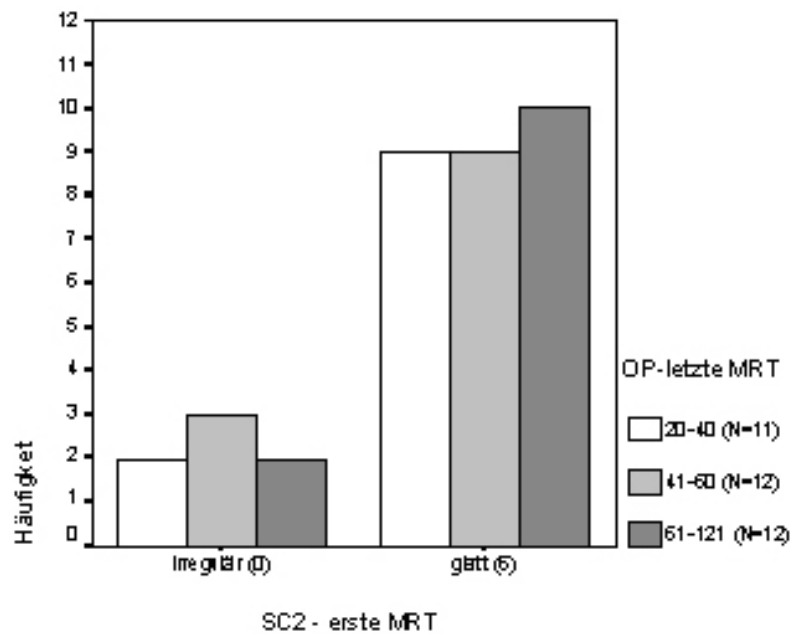


Abbildung 3.7: Zustand der Fossafläche in der ersten MRT bezüglich Osteolysekriterien der Oberfläche

Die Form des Tuberkulum fossae hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 haben sich zwei Tuberkula von regelrecht nach abgeflacht verändert.

In der Gruppe 2 haben sich zwei Tuberkula von regelrecht nach abgeflacht und ein Tuberkulum von irregulär nach abgeflacht verändert. In der Gruppe 3 hat sich ein Tuberkulum von irregulär nach regelrecht verändert.

3.2.2 Kondylus

Der Kondylus des Kiefergelenkes wird aus strukturelevanten Gesichtspunkten unterteilt in seine Form und der Kontur der Kortikalis. Es wird untersucht, ob sich Osteophyten am Kondylus befinden.

Form des Kondylus (SC5)

Bei der Form des Kondylus werden eine regelrechte Form (12 Punkte), verbreiterte (6 Punkte), elongierte (6 Punkte), abgeflachte (3 Punkte), deformierte (0 Punkte) und

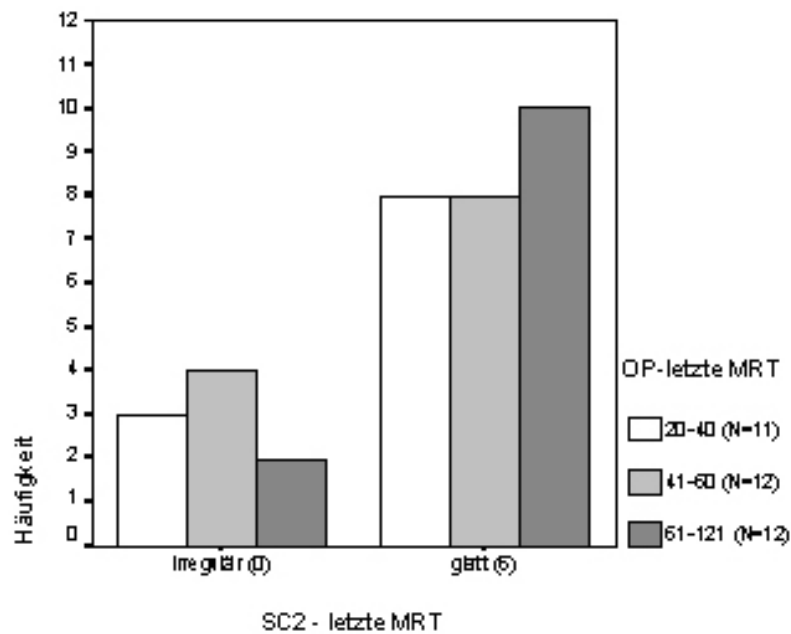


Abbildung 3.8: Zustand der Fossafläche in der letzten MRT bezüglich Osteolysekriterien der Oberfläche

In den Abbildungen 3.7 und 3.8 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Fossa von glatt zu irregulär verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für die irreguläre Fossa, 6 Punkte für eine glatte Fossa).

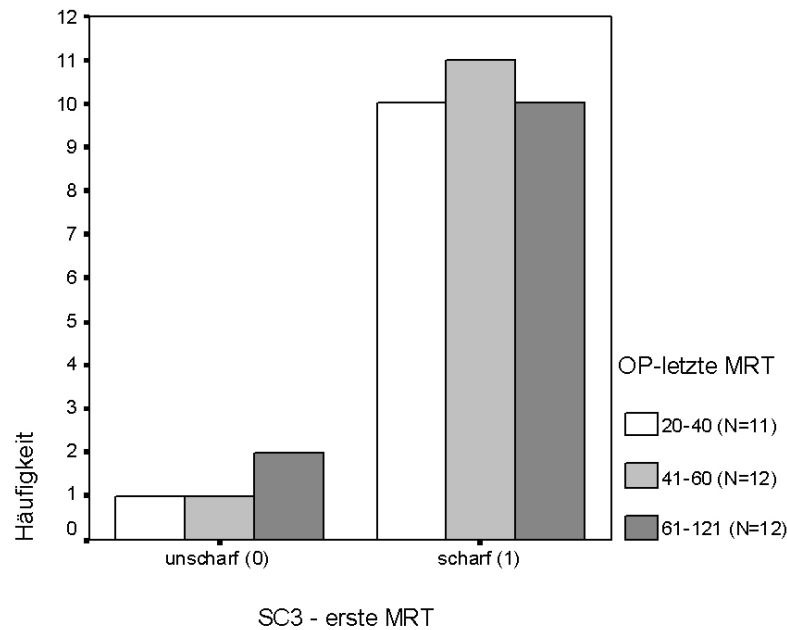


Abbildung 3.9: Zustand der Fossa in der ersten MRT bezüglich Oberflächenkriterien der Begrenzung

verschmälerte Form (0 Punkte) unterschieden.

Die Form des Kondylus hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 hat sich eine Kondyle von regelrecht nach deformiert/ verschmälert verändert und von elongiert/ verbreitert haben sich drei Kondylen zu deformiert/ verschmälert verändert.

In der Gruppe zwei hat sich eine Kondyle zusätzlich zu regelrecht verändert, eine Kondyle hat sich von elongiert verbreitert zu deformiert/ verschmälert verändert.

In der Gruppe drei hat sich eine Kondyle von elongiert/ verbreitert zu regelrecht verändert, und eine Kondyle von elongiert/ verbreitert zu deformiert/ verschmälert verändert.

Kontur der Kortikalis des Kondylus (SC6)

Die Kortikalis am Kondylus kann regulär breit und scharf, rarefiziert, sklerosiert und sogar unterbrochen von einer Osteolysezone sein. 24 Punkte für eine regulär breite Kortikalis, 12 Punkte für eine rarefizierte und sklerosierte und keine Punkte für die unterbrochene Kortikalis.

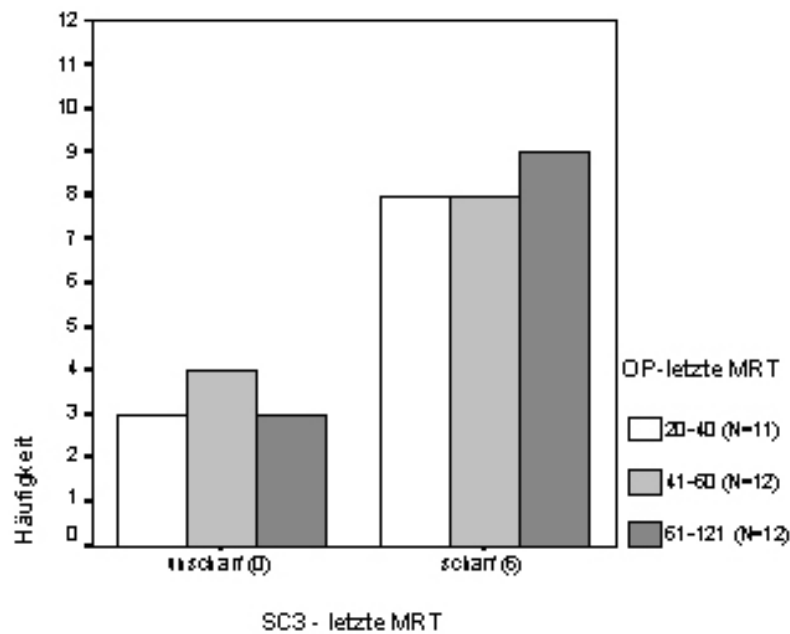


Abbildung 3.10: Zustand der Fossa in der letzten MRT bezüglich Oberflächenkriterien der Begrenzung

In den Abbildungen 3.9 und 3.10 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Fossabegrenzung von scharf zu unscharf verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für unscharfe Fossa, 6 Punkte für eine scharfe Fossa).

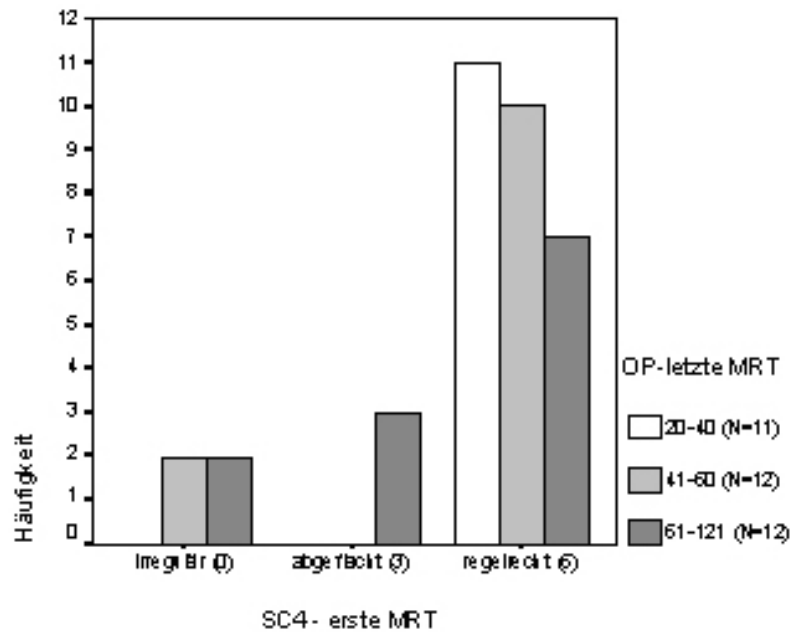


Abbildung 3.11: Zustand des Tuberkulum fossae in der ersten MRT bezüglich der Form

Die Kontur des Kondylus hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 hat sich eine Kondyle von rarefiziert/ sklerosiert nach regulär breit und scharf gezeichnet verändert und von rarefiziert/ sklerosiert haben sich zwei Kondylen zu unterbrochen von Osteolysezonen verändert.

In der Gruppe 2 hat sich eine Kondyle von rarefiziert/ sklerosiert zu regelrecht verändert. In der Gruppe 3 traten keine Änderungen ein.

Vorhandensein von Osteophyten am Kondylus (SC7)

Am Kondylus sollte nach knöchernen Anbauten (Osteophyten) gesucht werden. Bei vorhandenen Osteophyten wurde kein Punkt vergeben.

In zwei der drei Abstandsgruppen hat sich der Zustand bezüglich der Anwesenheit von Osteophyten am Kondylus zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert. In der Gruppe 1 traten keine Veränderungen ein. In der Gruppe 2 entstanden im fokussierten Zeitraum drei Osteophyten an Kondylen. In der Gruppe 3 entstanden drei Osteophyten an Kondylen.

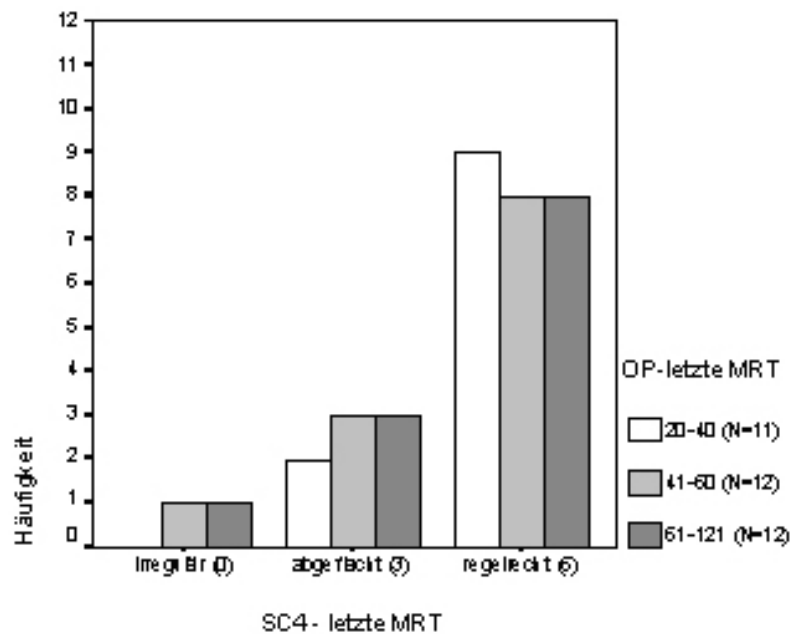


Abbildung 3.12: Zustand des Tuberkulum fossae in der letzten MRT bezüglich der Form

In den Abbildungen 3.11 und 3.12 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich das Tuberkulum fossae von regelrecht zu irregulär bzw. abgeflacht verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für das irreguläre Tuberkulum, 3 Punkte für das abgeflachte und 6 Punkte für ein regelrechtes Tuberkulum).

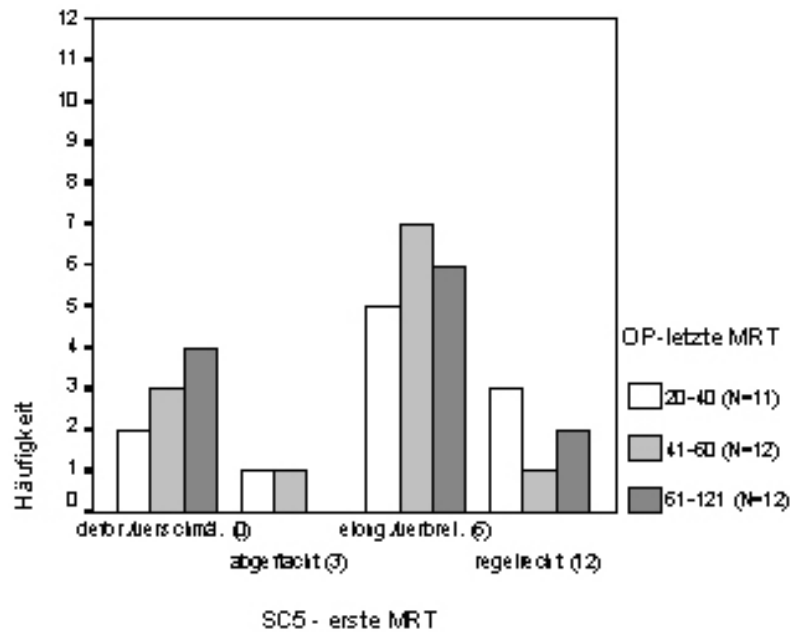


Abbildung 3.13: Zustand der Form des Kondylus in der ersten MRT

3.2.3 Flüssigkeitsgehalt der Kortikalis in der dem Kondylus benachbarten ossären Zone (SC12)

Hier sind zwischen der ersten MRT postoperativ und der zweiten MRT in keiner der Gruppen Veränderungen eingetreten.

Breite des Kiefergelenkspaltes (SC14)

Die Breite des Kiefergelenkspaltes kann sich regelrecht darstellen (12 Punkte), verschmälert (0 Punkte) oder verbreitert (3 Punkte) sein.

Die Breite des Kiefergelenkspaltes hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 hat sich ein Gelenkspalt von regelrecht zu verbreitert und von verschmälert zu verbreitert haben sich drei Gelenkspalte verändert. In der Gruppe 2 haben sich

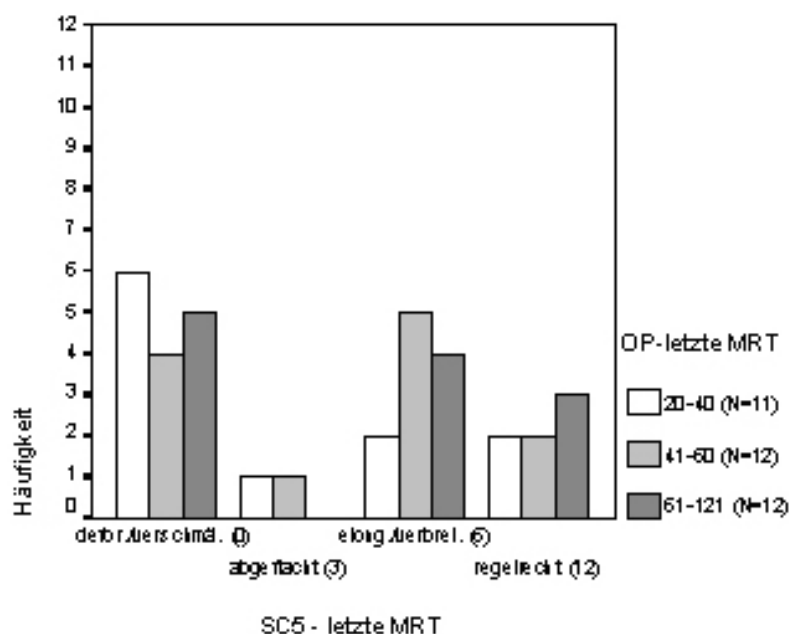


Abbildung 3.14: Zustand der Form des Kondylus in der letzten MRT

In den Abbildungen 3.13 und 3.14 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich der Kondylus von regelrecht zu abgeflacht und elongiert/ verbreitert bzw. deformiert/ verschmälert verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für den deformierten/ verschmälerten Kondylus, 3 Punkte für den abgeflachten, 6 Punkte für den elongiert/ verbreiterten und 12 für den regelrechten Kondylus).

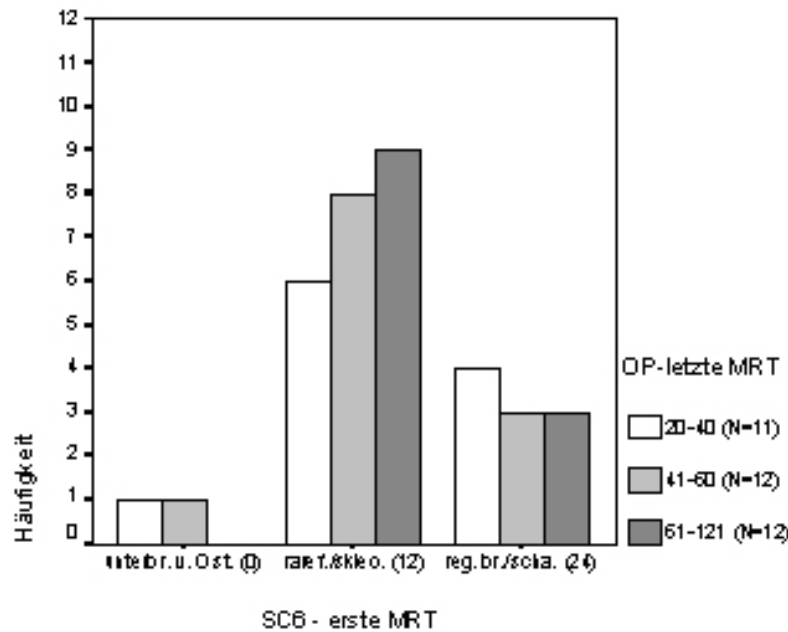


Abbildung 3.15: Zustand der Kontur des Kondylus in der ersten MRT

im fokussierten Zeitraum zwei Gelenkspalte von regelrecht zu verschmälert verändert. In der Gruppe 3 haben sich jeweils ein Gelenkspalt von verschmälert bzw. verbreitert zu regelrecht verändert.

Langfristig scheint die Tendenz zur Normalisierung der Gelenkspaltbreite gegeben.

3.2.4 Erguss des Kiefergelenkes (SC15)

Ein Erguss stellt sich in der MRT als Hyperintensität dar und gibt einen Hinweis für vorwiegend degenerative Erkrankungen (Adam et al. 1998). T2 Sequenzen eignen sich besonders für die Darstellung eines Ergusses.

Der Zustand bezüglich der Anwesenheit von Erguss im Gelenkkavum hat sich in zwei der drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert. In der Gruppe 1 trat keine Veränderung ein. In der Gruppe 2 haben sich im fokussierten Zeitraum zwei Gelenke in denen Erguss nachweisbar war zu Gelenken ohne Erguss verändert. In der Gruppe 3 haben sich zwei Gelenke in denen Erguss nachweisbar war, zu Gelenken ohne Erguss verändert.

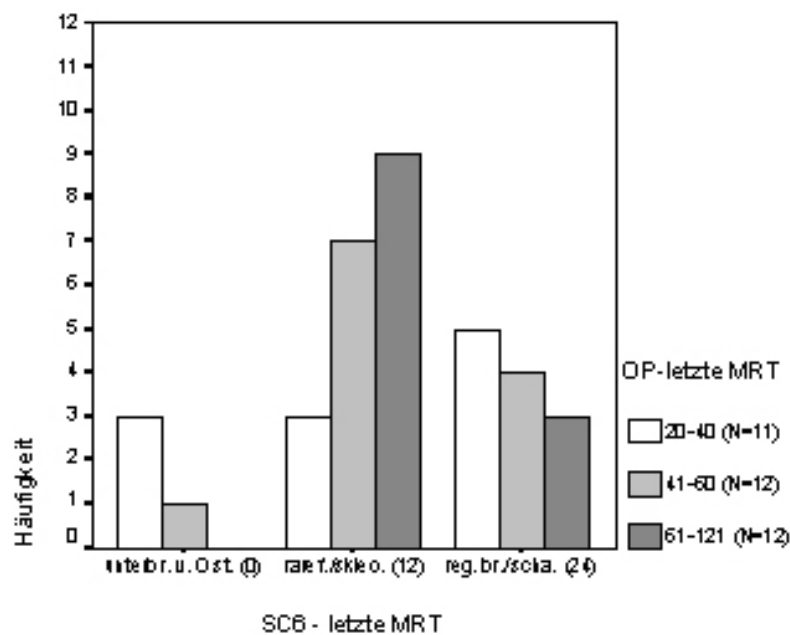


Abbildung 3.16: Zustand der Kontur des Kondylus in der letzten MRT

In den Abbildungen 3.15 und 3.16 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Kontur der Kortikalis des Kondylus von regulär breit und scharf zu rarefiziert/ sklerosiert und unterbrochen von Osteolysezonen verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für die von Osteolysezonen unterbrochene Kortikalis, 12 Punkte für die rarefiziert/ sklerosierte Kortikalis und 24 Punkte für die regulär breit und scharf gezeichnete Kortikalis).

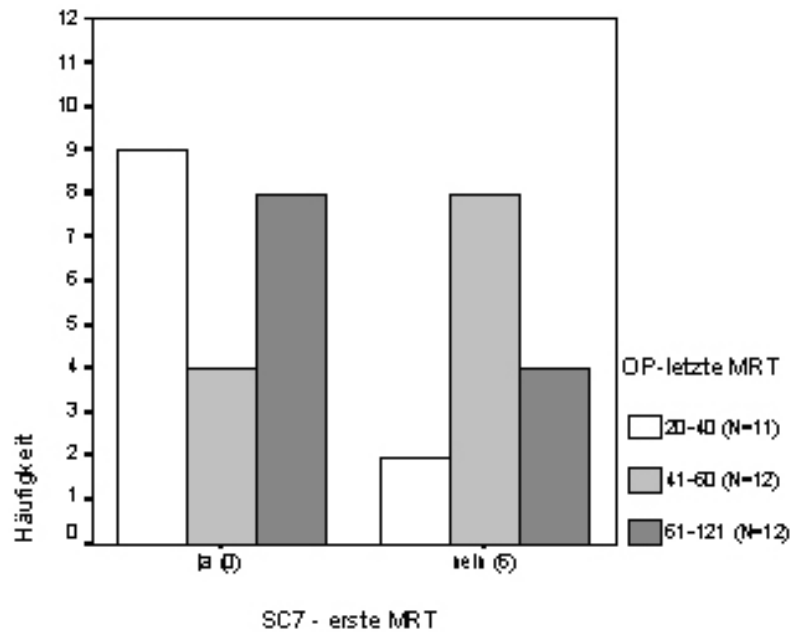


Abbildung 3.17: Osteophyten am Kondylus in der ersten MRT

Langfristig scheint eine Normalisierung der Entzündungstendenz in den Gelenken gegeben zu sein.

3.2.5 Faszieninterponat

Das Faszieninterponat wird in seiner Form, der Dicke und der Lokalisation nach strukturelevanten Gesichtspunkten unterteilt.

Dicke des Faszieninterponates (SC16)

Die Dicke des Interponates wird als regelrecht eingestuft, wenn das Interponat in etwa der Dicke des ursprünglichen Diskus articularis entspricht (24 Punkte). Weitere Beurteilungen sind verdickt (12 Punkte), verdünnt (0 Punkte) und nicht beurteilbar (12 Punkte).

Die Dicke des Diskusersatzes hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

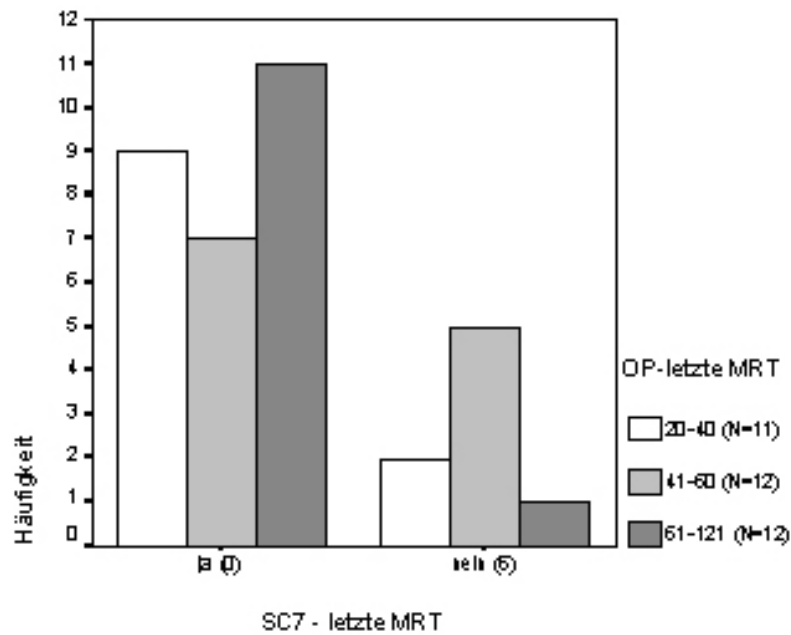


Abbildung 3.18: Osteophyten am Kondylus in der letzten MRT

In den Abbildungen 3.17 und 3.18 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich Osteophyten an den Kondylen gebildet haben. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für Osteophyten, 6 für keine).

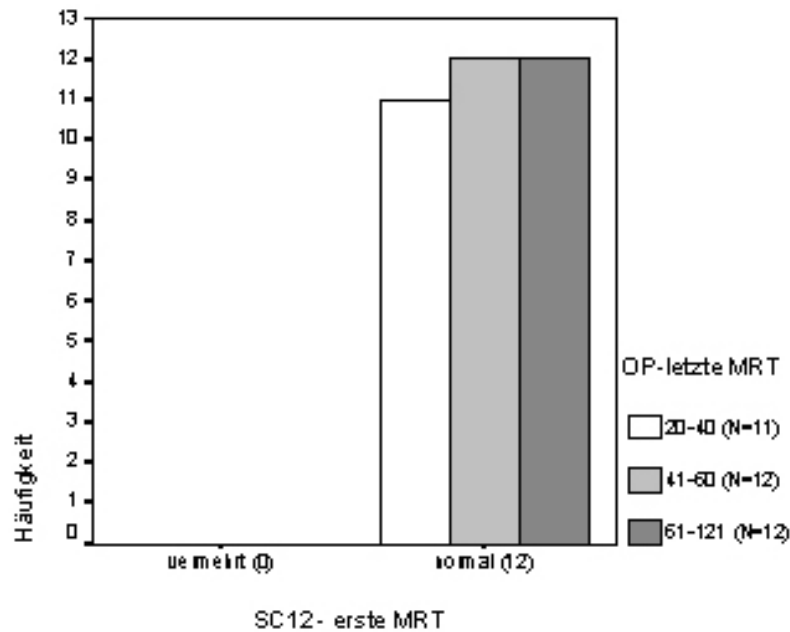


Abbildung 3.19: Zustand der subkortikalen Zone des Kondylus bezüglich Flüssigkeitsgehalt in der ersten MRT

In der Gruppe 1 haben sich zwei regelrecht dicke Interponate zu verdünnt und ein regelrecht dickes Interponat zu verdickt verändert. In der Gruppe 2 haben sich im fokussierten Zeitraum drei regelrecht dicke Interponate zu verdünnt und ein regelrecht dickes Interponat zu verdickt. In der Gruppe 3 haben sich vier regelrecht dicke Interpoante zu verdünnt und ein regelrecht dickes Interponat zu verdickt verändert. Langfristig scheint eine Ausdünnung der Interponate stattzufinden.

Lokalisation des Faszieninterponates (SC17)

Bei der Lokalisation wird unterschieden zwischen verlagert (0 Punkte) und regelrecht (6 Punkte).

Die Lokalisation des Diskusersatzes hat sich in allen drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 zeigt sich ein Interponat von verlagert zu regelrecht verändert. In der Gruppe zwei hat sich im fokussierten Zeitraum ein Interponat von verlagert zu regelrecht verändert. In der Gruppe drei haben sich zwei Interponate von regelrecht zu verlagert verändert.

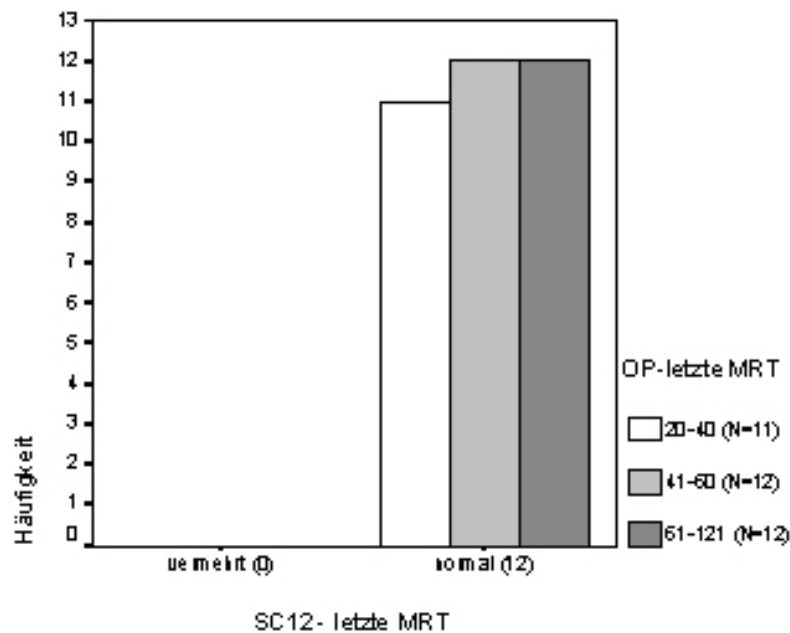


Abbildung 3.20: Zustand der subkortikalen Zone des Kondylus bezüglich Flüssigkeitsgehalt in der letzten MRT

In den Abbildungen 3.19 und 3.20 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich in der subkortikalen Zone vermehrt Flüssigkeit gebildet hat bzw. ob die Zone schmal geblieben ist. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für vermehrte Flüssigkeit, 12 Punkte für eine schmale subkortikale Zone).

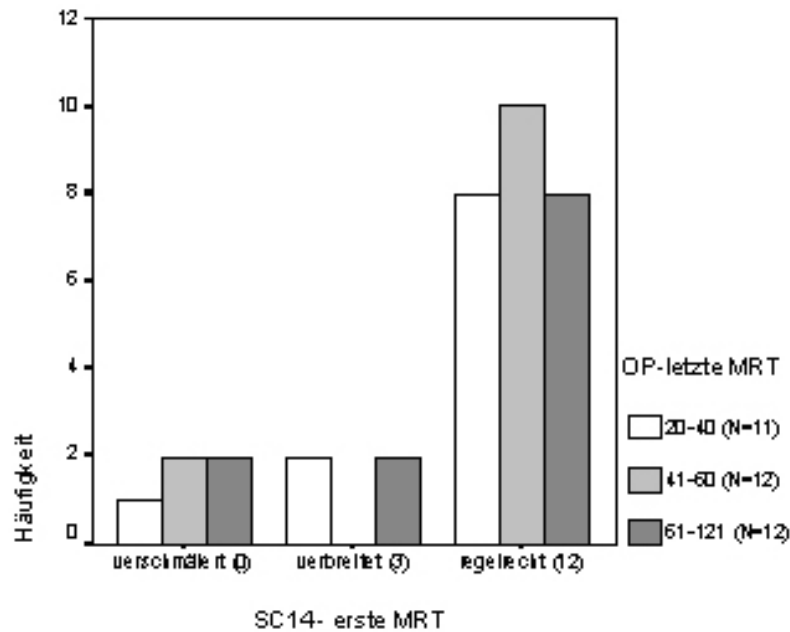


Abbildung 3.21: Zustand der Breite des Kiefergelenkspaltes im ersten MRT

Langfristig scheint sowohl Verlagerung als auch Reposition des Interponates möglich.

Form des Faszieninterponates (SC19)

Die Form des Interponates kann sich regelrecht (12 Punkte), gefaltet (6 Punkte), unregelmässig (3 Punkte) oder komplett unterbrochen darstellen (0 Punkte).

Die Kontinuität und Form des Diskusersatzes hat sich in zwei von drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 zeigt sich keine Veränderung. In der Gruppe 2 hat sich im fokussierten Zeitraum ein Interponat von regelrecht zu gefaltet und drei Interponate von regelrecht zu unregelmässig verändert. In der Gruppe 3 haben sich zwei Interponate von regelrecht zu unregelmässig und ein Interponat von regelrecht zu gefaltet verändert.

Langfristig scheinen sowohl Unregelmäßigkeiten als auch Faltungen des Interponats stattzufinden.

Insgesamt besteht jedoch die Tendenz, dass Irregularitäten geglättet werden und regelrechte, in ihrer Kontinuität erhaltene Interponate vorhanden sind.

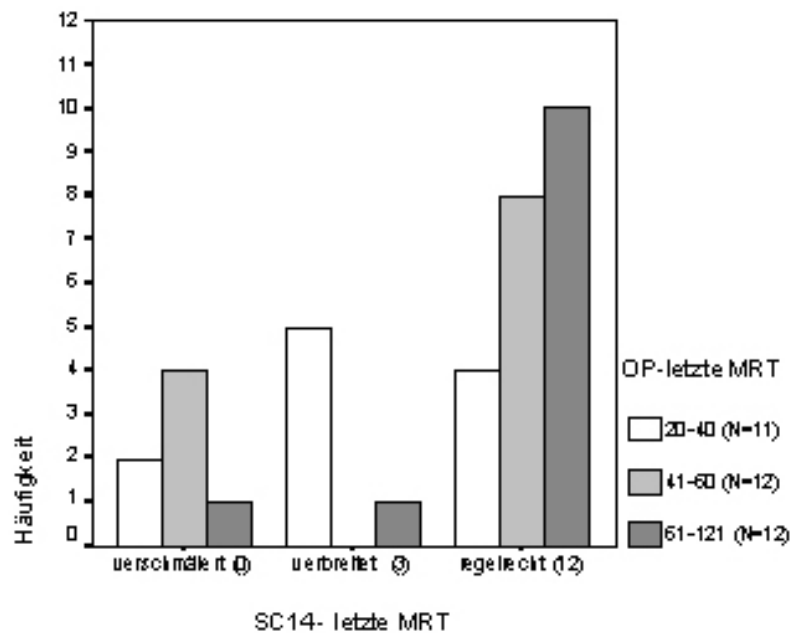


Abbildung 3.22: Zustand der Breite des Kiefergelenkspaltes im letzten MRT

In den Abbildungen 3.21 und 3.22 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Kiefergelenksspaltbreite von regelrecht zu verbreitert bzw. verschmälert verändert hat.

In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für einen verschmälerten Kiefergelenkspalt, 3 Punkte für einen verbreiterten und 12 für einen regelrechten Kiefergelenkspalt).

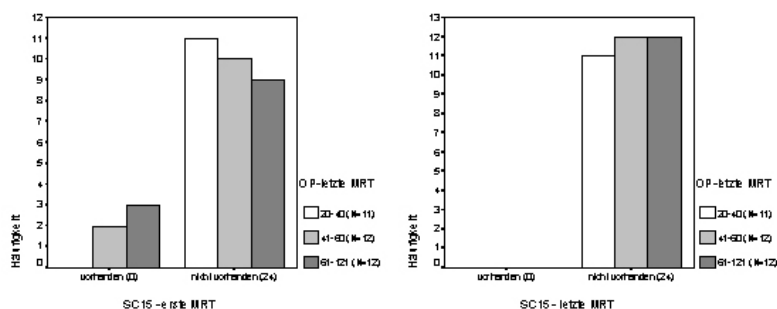


Abbildung 3.23: Nachweis eines Kiefergelenkergusses im Gelenkkavum in der MRT im Verlauf

In den Diagrammen von 3.23 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen ein Kiefergelenkerguss vorhanden ist oder nicht. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für einen Erguss und 24 für keinen Erguss).

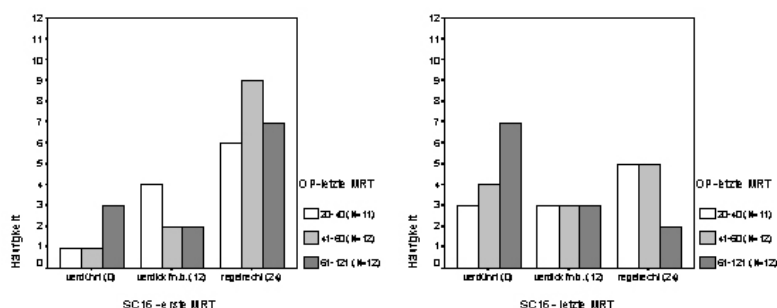


Abbildung 3.24: Dicke des Interponates im Gelenkspalt in der MRT im Verlauf

In den Diagrammen von 3.24 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Dicke des Interponates von regelrecht zu verdünnt oder verdickt verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für ein verdünntes Interponat, 12 Punkte für ein verdicktes Interponat, 24 Punkte für ein regelrechtes Interponat).

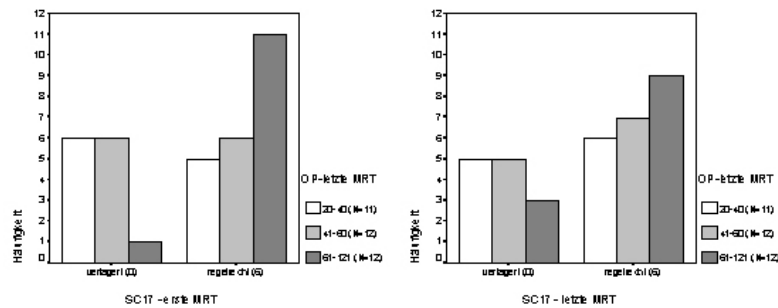


Abbildung 3.25: Lokalisation des Interponats im Kiefergelenkspalt in der MRT im Verlauf

In den Diagrammen von 3.25 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Lokalisation des Interponates von regelrecht zu verlagert verändert hat, in Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item, 0 Punkte für einen verlagertes Interponat, 6 Punkte für ein regelrechtes Interponat.

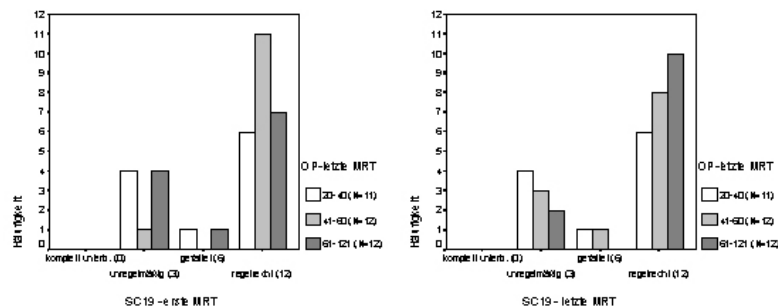


Abbildung 3.26: Zustand des Interponates im Kiefergelenkspalt in der MRT im Verlauf

In den Diagrammen von 3.26 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Form des Interponates im Kiefergelenkspalt von regelrecht zu unregelmässig, komplett unterbrochen oder gefaltet verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für ein komplett unterbrochenes Interponat, 3 Punkte für ein unregelmässiges, 6 Punkte für ein gefaltetes Interponat und 12 für ein regelrechtes Interponat).

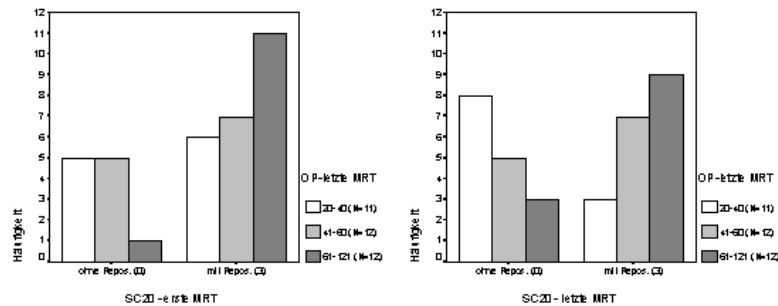


Abbildung 3.27: Zustand des Interponates im Kiefergelenkspalt im Hinblick auf die Beweglichkeit in der MRT im Verlauf

In den Diagrammen von 3.27 sind die Häufigkeiten der drei Gruppen 20-40 (N=11), 41-60 (N=12) und 61-121 (N=12) dargestellt, bei denen sich die Beweglichkeit des Interponates im Kiefergelenkspalt von ohne Reposition zu mit Reposition verändert hat. In Klammern steht die Punktvergabe für das jeweilige Item (0 Punkte für keine Reposition, 3 Punkte für ein reponierbares Interponat).

Verlagerung des Faszieninterponates bei Mundöffnung (SC20)

Hier wird zwischen mit Reposition (3 Punkte) oder ohne (0 Punkte) bei Mundöffnung unterschieden.

Der Zustand bezüglich der Beweglichkeit im Sinne der Reposition des Diskusersatzes hat sich in zwei von drei Abstandsgruppen zur ersten MRT jeweils bei einigen Patienten verändert.

In der Gruppe 1 zeigt sich bei drei Interponaten eine Veränderung von Reposition zu ohne Reposition. In der Gruppe 2 zeigt sich keine Veränderung von Reposition zu ohne Reposition. In der Gruppe 3 haben sich zwei Interponate von Reposition zu ohne Reposition verändert.

Langfristig scheinen Veränderungen im Sinne von mit Reposition zu ohne Reposition möglich.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Fragestellung

Mit der chirurgischen Therapie der degenerativen chronischen Osteoarthritis beschäftigen sich viele Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen weltweit. Gemeinsames Ziel ist der auf Dauer schmerzfreie Patient. Bei konservativ austherapierten Patienten mit dem Krankheitsbild einer chronischen Osteoarthritis stellt sich nach erfolgloser Lysis und Lavage bei persistierenden Beschwerden die Indikation zur offenen Kiefergelenksoperation, zum Beispiel mit einem gefäßgestielten gedoppelten Temporalisfaszieninterponat.

Die MRT stellt zur Beurteilung des postoperativen Verlaufes nach offener Kiefergelenksoperation ein sehr präzises und aussagekräftiges Diagnostikum dar (Helms et al. 1984, Eberhard et al. 1992, Jäger et al. 2000). Sie gilt momentan als Goldstandard. Allerdings sind Fehlerquellen vor allem in der Erfahrung des Beurteilenden als auch in technischen Limitierungen bekannt und müssen berücksichtigt werden. Etablierte Studien konnten insgesamt jedoch eine hohe Übereinstimmung zwischen Klinik und MRT-Befund nachweisen (Vahlensiek et al. 2002, Frahn et al. 1997).

In der vorliegenden Arbeit werden MRT-Befunde nach offener Kiefergelenksoperation mit einem gefäßgestielten gedoppelten Faszieninterponat in Form einer Temporalisfaszie untersucht und systematisch ausgewertet. Eine derartige Studie existiert bisher nicht, da die Operationstechnik von PD Dr. Dr. H. Umstadt, Ludwigshafen erst entwickelt wurde.

Die Methode, die Ergebnisse einer Operationstechnik im Langzeitverlauf mittels MRT zu verfolgen und auszuwerten, gilt als allgemein anerkannt und probat.

4.2 Diskussion der angewendeten Untersuchungsmethode

Die MRT wird heute als Goldstandard für die Kiefergelenksdiagnostik angesehen und eingesetzt. Zusammen mit der Klinik und Schmerzangabe des Patienten liefert die MRT eine fundierte Diagnose. Mit der MRT lassen sich besonders gut Weichteile beurteilen. Diese sind besonders bei degenerativen Erkrankungen betroffen (Emshoff et al. 2003). Verschiedene Studien weisen jedoch auch auf die Problematik der Interpretation der Befunde hin (Korger-Najary 2003, Bertram et al. 2001, Tölle und Umstadt 1998, Marguelles-Bonnet et al. 1995, Paesani et al. 1992). Um einer zu einseitigen Interpretation der Befunde entgegenzuwirken erfolgt stichprobenartig die Gegenkontrolle durch erfahrene Radiologen.

Nicht zufriedenstellend ist die Korrelation zwischen Schmerzen im Kiefergelenk mit dem MRT-Befund (Emshoff et al. 2003). Dies ist aber auch nicht Inhalt der vorliegenden Arbeit, sondern wird in der Habilitationsschrift von Dr. Dr. H. Umstadt eruiert.

4.3 Möglichkeiten der Untersuchungsmethode

Die bildgebende Diagnostik muß eine Hilfe für die Diagnostik und den Verlauf des jeweiligen Krankheitsbildes darstellen. Zur Sicherung der Diagnose gehören auch eine dezidierte Untersuchung und die Schmerzangabe des Patienten und somit die aktuelle Klinik.

Interessant wäre hier die Korrelation mit noch vorhandenen Schmerzen nach erfolgter offener Kiefergelenksoperation und dem postoperativen MRT-Befund. Diese Frage wird zum Teil in der Lebensqualitätsstudie von PD Dr. Dr. H. Umstadt beantwortet.

Interessant wäre auch ein direkter Vergleich verschiedener bildgebender Verfahren gewesen, die postoperativ angefertigt worden wären. Dies hätte den Rahmen der vorliegenden Studie jedoch gesprengt.

Eine vergleichende Untersuchung zur diagnostischen Wertigkeit von klinischer Untersuchung, Röntgenuntersuchung nach Graf, MRT und Arthroskopie im Vergleich zur offenen Kiefergelenkschirurgie existiert bereits (Korger-Najary 2003).

Ein Vergleich postoperativer MRTs nach offener Kiefergelenksoperation mit einem einfachen Faszienlappen versus dem gedoppelten wäre denkbar.

4.4 Ziel dieser Studie

Ziel der vorliegenden rein deskriptiven Studie war es die langfristige Stabilität und Morphologie des Faszienlappens zu bewerten. So sollte ein Rückschluss auf die Bewertung und Qualität der Operation ermöglicht werden.

Umgesetzt wurde dies durch die Auswertung postoperativer MRTs nach einem Auswertungsschema, das sich an NIAM (Natural Information and Analysis Method) orientiert. Durch ein funktionsorientiertes Punktesystem wurde die Einstufung und Vergleichbarkeit der postoperativen Befunde möglich.

Aus dem MRT-Auswertungsbogen wurden folgende Strukturen für die Score-Bildung: die Gesamtbewertung eines Gelenkes in der MRT verwendet: Fossa articularis, Tuberkulum articularis, Kondylus, Gelenkspalt, Erguss und das Faszieninterponat.

Die Verteilung von Punkten innerhalb der einzelnen Items wurde aufgrund der klinischen Relevanz durchgeführt. Der Abstand der letzten MRT zur Operation ist zwischen den Gelenken sehr heterogen. Aus diesem Grund wurden die Gelenke in drei etwa gleich grosse Gruppen unterteilt.

Die kernspintomographischen Aufnahmen wurden nach einem vorher festgelegten Protokoll angefertigt. Die Aufnahmen wurden präoperativ, zeitnah zur offenen Kiefergelenkoperation, sechs Monate postoperativ und dann im jährlichen Abstand bis zehn Jahre postoperativ angefertigt.

Sowohl die Auswahl der MRT als Untersuchungsmethode als auch die entwickelten Bewertungskriterien und Scorebildungen stellen zufriedenstellend objektive Möglichkeiten, postoperative Befunde des Kiefergelenkes nachvollziehbar und graphisch darzustellen.

4.5 Diskussion der Hauptbefunde

4.5.1 Beurteilung auf Ebene der Gesamtskala

Der Summenscore der ersten postoperativen MRT als Maß für die morphologische Qualität des Gelenkzustandes zeigt einen Anstieg zwischen den ersten Operationen (erste Gruppe, OP zwischen 1993 und 1997) und der zweiten Gruppe (OP zwischen 1998 und 1999). Er bleibt dann (2000 bis 2002) auf einem Niveau von etwa 120 von 159 maximal erreichbaren Punkten. Man kann von einem Lernzuwachs ausgehen, der jedoch in der einfaktoriellen univarianten Varianzanalyse mit dem dreistufigen Faktor *Zeitpunkt der*

OP mit 0,38 bei 2 Freiheitsgraden auf dem 5-Prozent-Niveau statistisch nicht signifikant ist (Irrtumswahrscheinlichkeit $p = 0,69$).

In der Betrachtung der Gruppe 3 kann jedoch vor allem klar erkannt werden, dass sich der Summenscore immer noch bei 117 Punkten *hält* - ein positives Zeichen für die Langzeitwirkung der durchgeführten Operation. Teilweise lagen die Operationen mehr als 9 Jahre zurück.

4.5.2 Beurteilung auf Ebene der einzelnen Items

Die einzelnen Items beschreiben die Veränderungen vom ersten postoperativen zum letzten durchgeführten MRT. Die Form der Fossa (vergl. Abb. 3.5 und 3.6) hat sich in wenigen Fällen von regelmäßig zu unregelmäßig bzw. vermehrt sklerosiert verändert. Der erreichte Summenscore sank im Schnitt von 91.4 Prozent der maximal erreichbaren Punkte (210) um 18.6 Prozentpunkte auf 72.8 Prozent. Dies stellt jedoch immer noch ein zufriedenstellendes Ergebnis dar.

Der Zustand der Fossa bezüglich Osteolysekriterien der Oberfläche zeigte sich weitestgehend unverändert (Abb. 3.7 und 3.8), der durchschnittliche erreichte Summenscore sank von 80 Prozent der maximalen Punktzahl (210) um 5.7 auf 74.3 Prozent.

Stärkere Veränderungen finden sich bezüglich der Fossa-Oberflächenbegrenzung. Unabhängig vom Lernerfolg des Operateurs zeigten sich vermehrt lytische Prozesse im Bereich der Fossabegrenzung (Abb. 3.9 und 3.10). Der erreichte Summenscore sank im Schnitt von 88.6 Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl um 17.2 auf 71.4 Prozent.

Das Tuberkulum hat sich tendentiell abgeflacht als Zeichen einer adaptiven Veränderung; entsprechend der klinischen Wichtung war dies in allen Gruppen mit einem Abfall des Summenscores von 84.3 um lediglich 1.4 auf 82.9 Prozent verbunden (Abb. 3.11 und 3.12). In der ältesten Gruppe (Gruppe 3) zeigte sich sogar eine Erhöhung des Scores ohne jedoch signifikant zu sein. Insgesamt zeigt sich das Tuberkulum jedoch in der Form regelrecht. Langfristig besteht die Tendenz zur Glättung osteolytischer Oberflächen.

Die Kondylusform (Abb. 3.13 und 3.14) hat sich in allen Gruppen eher verschmälert und deformiert, der errechnete Summenscore sank von nur 44.3 Prozent des maximal erreichbaren Scores um 5.7 auf 38.6 Prozent. Betrachtet man sich die einzelnen Gruppen, fällt eine starke Heterogenität auf; es zeigt sich ein starker Rückgang des Scores in Gruppe 1 um 43.5 Prozent, ein Anstieg des Scores um 10.5 Prozent in Gruppe 2 und ein Gleichbleiben in Gruppe 3. Die Kondylusform war schon präoperativ stark degeneriert, was durch die Operation nicht behoben wurde. Die Degeneration konnte aber in ihrem Fortschreiten verlangsamt werden.

Die Kontur der Kondyluskortikalis hat sich in Gruppe 1 eher sklerosiert mit einem Abfall des Summenscores um 7.2 Prozent, in Gruppe 2 kam es zu einer Verbesserung des radiologischen Befundes mit einer Erhöhung der Wichtung um 7.1 Prozent. In der Gruppe 3 gab es keine wesentlichen Änderungen (Abb. 3.15 und 3.16). Insgesamt erreicht der Summenscore unverändert 61.4 Prozent des Ziel-Scores.

Osteophyten fanden sich in Gruppe 1 unverändert bei 9 von 11 Gelenken, in Gruppe 2 entstanden im fokussierten Zeitraum drei Osteophyten an den Kondylen, in der dritten Gruppe 3 (Abb. 3.17 und 3.18). Der Summenscore sank entsprechend von 40 Prozent des Zielwertes um 17.2 auf 22.8 Prozent. Die Tendenz, trotz Operation Osteophyten zu bilden, scheint recht stark zu sein.

Der Flüssigkeitsgehalt in der subkortikalen Zone zeigte sich in allen Gruppen unverändert normal und erreicht 100 Prozent des Zielwerts (Abb. 3.19 und 3.20) (Larheim et al. 2001). Es finden keine gravierenden Umbauvorgänge oder Inflammation statt (Sano et al. 1999, Emshoff et al. 2000).

Anders verhält es sich in Bezug auf die Breite des Kiefergelenkspaltes (Abb. 3.21 und 3.22); in der jüngsten Gruppe (Gruppe 1) zeigte sich eine deutliche Reduktion der Kiefergelenkspaltenbreite mit Reduktion des errechneten Summenscores um 43.5 Prozent, während es sich in der mittleren Gruppe um nur 20 Prozent Scoreverlust handelt. Interessant ist die Tendenz des Kiefergelenkspaltes, sich anscheinend nach vielen Monaten wieder zu regenerieren (Zuwachs des Summenscores um 20.5 Prozent). Insgesamt sinkt der Score um 10 Prozentpunkte auf 67.1 von 77.1 Prozent der erreichbaren Punkte.

Die Entzündungssymptomatik - ausgedrückt in Form eines Ergusses - scheint sich im langfristigen Verlauf vollständig zurückzubilden. Die Summenscores stiegen im Schnitt um knapp 14 Prozent (Abb. 3.23). Nur 5 von 35 Kiefergelenken zeigten im ersten postoperativen MRT einen Erguss, entsprechend waren 85.7 Prozent der Gelenke primär reizfrei. Akute oder subakute Entzündungsreaktionen sind somit weitgehend ausgeschlossen (Takahashi et al. 1999).

Deutlich zeigt sich eine Tendenz zur Interponatversmälnerung in allen drei Gruppen. Fast die Hälfte aller Interponate zeigt eine Ausdünnung von regelrecht zu verdickt (ödematös) oder verdünnt (Abb. 3.24). Dabei reduziert sich der errechnete Gesamtscore in Gruppe 1 um 18.8, in Gruppe 2 um 35 und in Gruppe 3 um 68.8 Prozent. Der Gesamtscore reduziert sich im Durchschnitt um 44.3 Prozent. Der erreichte Score sinkt von initial 74.3 Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl um 30 Prozentpunkte auf 44.3 Prozent. Je länger die Operation zurück liegt, desto dünner zeigt sich das Interponat. Das Interponat zeigt sich dabei in den meisten ausgewerteten MRTs (62.9 Prozent) in regelrechter Lage. Es zeigt sich jedoch teilweise auch in Dislokation (Abb. 3.25). Kein

Interponat zeigt sich in einer der Schichten komplett unterbrochen was die langfristige Stabilität unter Funktion wahrscheinlich macht.

Tendentiell stabilisiert sich das Interponat in regelrechter Lage, der Summenscore bleibt unverändert bei 62.9 Prozent.

Die Kontinuität und Form des Interponates zeigen sich im Gesamtbild (Abb. 3.26) als stabil. Es scheinen Unregelmäßigkeiten als auch Faltungen des Interponates aufzutreten. Insgesamt besteht jedoch die Tendenz, die primär regelrecht eingesetzten Interponate in ihrer Struktur und Stabilität zu konsolidieren. Der errechnete Gesamtscore erreicht sowohl im ersten als auch im letzten MRT 327 von 420 erreichbaren Punkten (77.8 Prozent) und ist damit konstant.

Langfristig scheinen bezüglich der Interponatverlagerung Veränderungen im Sinne von mit Reposition zu ohne Reposition aufzutreten (Abb. 3.27). Der klinische Summenscore sinkt damit um insgesamt 14.3 Prozent (von 72 auf 57 von 105 erreichbaren Punkten).

4.6 Schlussfolgerungen aus der Untersuchung und mögliche Fehlerquellen

In der vorliegenden Querschnittsstudie konnte bei 35 der 42 Patienten Magnetresonanztomographien angefertigt und nach den aktuell evidenzbasiertesten Bewertungsmaßstäben ausgewertet werden. Die geringe Anzahl der untersuchten Gelenke lassen sichere Aussagen über eine statistische Signifikanz nicht zu. Es lassen sich jedoch eindeutige Tendenzen, wie sich die Morphologie der Kiefergelenke im langfristigen Zeitraum postoperativ verändert, erkennen. Diese morphologisch-bildgebenden Ergebnisse haben bezüglich der objektiven Bewertbarkeit der chirurgischen Technik grosse Relevanz und sind essenziell für die Beurteilung der Qualität der durchgeführten Massnahmen. Zusammenfassend wurden diese zunächst in Bezug auf den Gesamtscore als auch auf die einzelnen untersuchten Items dargestellt und entsprechend ihrer Wichtung interpretiert.

Die MRT stellt das primäre bildgebende Verfahren zur Diagnostik und Therapiekontrolle degenerativer, entzündlicher und tumoröser Prozesse im TMJ dar. Die optimierte MRT des TMJ erfordert eine dezidierte Untersuchungstechnik sowie spezielle Kenntnisse in der Beurteilung der akquirierten Bilder (Vogl und Abolmaali 2001). Es ist bekannt, dass Interpretationen von MRTs subjektiv sind und selten zufriedenstellende Übereinstimmungen der Befunde bei verschiedenen Untersuchern vorliegen. Einige Studien be-

schreiben lediglich 30 bis 50 Prozent Übereinstimmung (Seeger 2004). Die Qualität der Befundung steigt mit der klinischen radiologischen Erfahrung. Deshalb wurden die Befunde stichprobenartig von einem erfahrenen Neuroradiologen gegenkontrolliert. Es ergab sich eine Übereinstimmung der Befundungen von etwa 90 Prozent. Auch die Reduktion auf klare, einfache Elementarsätze in der Bewertung erhöht die Übereinstimmung.

Darüber hinaus ist die klinische Wichtung der Befunde sehr subjektiv und erfahrungsabhängig. Eine verwertbare Studie lässt sich in der Literatur jedoch nicht finden. Im Weiteren darf daran erinnert werden, daß lediglich die Auswertung postoperativer MRTs Inhalt der in dieser Dissertation vorgestellten Untersuchung ist. Es fehlt der direkte Vergleich zu präoperativen Befunden. Auch die Korrelation zur prä- und postoperativen Befindlichkeit der Patienten fehlt. Dies hätte den Rahmen der Dissertation auf ein unübersichtliches Maß erweitert. Alle Befunde zusammen finden sich in der Habilitationsschrift des Betreuers dieser Arbeit, PD Dr. Dr. H. Umstadt, Klinikum Ludwigshafen. Im Weiteren fehlt der Vergleich zu herkömmlich - mit einfachem Faszieninterponat - durchgeführten Operationen.

Zusätzlich sind folgende Probleme zu berücksichtigen:

- Die Auswertung erfolgte nicht nach Patienten, sondern nach Gelenken, da von einer Unabhängigkeit der MRT-Werte für die rechte und linke Seite bei beidseitiger Operation ausgegangen werden muss.
- Die Auswertung wurde durch Bildung eines Summenscores mit klinikbezogener Gewichtung innerhalb einer Gesamtskala durchgeführt. Klinisch wichtige Veränderungen bzw. Pathologika wurden entsprechend stark gewichtet.
- An den verschiedenen Gelenken wurden unterschiedlich viele MRT-Untersuchungen durchgeführt. Dies ergibt sich aus den unterschiedlichen Abständen von der Operation zum Zeitpunkt der Querschnittsstudie.
- Zwischen Operation und letztem, d.h. aktuellsten MRT bestehen grosse zeitliche Differenzen

- Die Spannweite der Untersuchungszeiträume reicht von 20 bis 121 Monaten. Der Grund dafür ist in den unterschiedlichen Operationzeitpunkten von 1993 bis 2002 zu sehen.

5 Zusammenfassung

Die Magnetresonanztomographie stellt ein sicheres Verfahren zur Darstellung des Kiefergelenkes dar, welches von besonderem Interesse nach kieferchirurgischen Operationen bei chronischen Erkrankungen des Kiefergelenkes insbesondere der Osteoarthritis ist. Patienten mit Osteoarthritis des Kiefergelenkes leiden an rezidivierenden, kaum über längere Sicht beherrschbaren Schmerzepisoden. Die Patienten sind häufig konservativ austherapiert. Dann besteht unseres Erachtens die Indikation zur operativen Versorgung.

Durch unbefriedigende Ergebnisse der reinen Diskektomie oder allogener Interponate wurde eine neue Operationstechnik Beginn der 90er unter Verwendung eines gedoppelten Temporalisfaszieninterponates eingeführt.

Die Indikation zur Operation wurde nach mindestens 8-monatiger erfolgloser konservativer Behandlung gestellt, nachdem auch minimal invasive Maßnahmen keine nachhaltige Schmerzlinderung erbracht hatten. Neben dem klinischen Aspekt der chronisch persistierenden artikulären Schmerzen mußten laut Studienprotokoll im MRT jeweils Zeichen der Synovialitis und Destruktion intraartikulärer Weichteile sowie eine knöcherne Beteiligung des Kondylus vorhanden sein.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden bei 35 der 42 an der Querschnittsstudie teilnehmenden Patienten eine MRT angefertigt und systematisch nach einem international anerkannten, sich an NIAM orientierenden Auswertungsschema ausgewertet. Diese Elementarsätze haben den Vorteil durch die logische Verknüpfung der abgefragten Items unmittelbar zu interpretierbaren Ergebnissen zu kommen.

Aufgrund der systematischen Analyse der relevanten Strukturen des Kiefergelenkes in der MRT kann anhand der vorliegenden Auswertungsskala eine valide Beurteilung der bildgebenden Darstellung der Kiefergelenke durchgeführt werden. Die Scorebildung durch Verteilung von Punkten innerhalb der einzelnen Items wurde aufgrund der klinischen Relevanz durchgeführt.

Die Kernspintomographischen Untersuchungen wurden ein halbes Jahr post OP, ein Jahr

post OP und dann in jährlichen Abständen durchgeführt. Die Gelenke wurden in Schlußbißstellung und, festgelegt durch einen Silikonblock, bei 28 Millimeter SKD untersucht. Alle Untersuchungen wurden an einem 1,5 Tesla- Gerät nach einheitlichem Protokoll in transversalen und parasagittalen gelenkorientierten Schichten in Turbospinechosequenz - Protonen,- und T2 gewichtet durchgeführt.

Zusammenfassend sind 70 Prozent der Interponate in Form und Dicke konstant geblieben. Die knöcherne Begrenzung der Fossa stellt sich in 65 Prozent der Fälle regelrecht dar. Eine verdünnte Kortikalis des Kondylus verändert sich zugunsten einer normalen bis verdickten Kortikalis wobei in einigen Fällen Osteolysezonen bestehen bleiben. Entzündungszeichen nehmen über die Zeit ab und verschwinden gänzlich.

Auf potentielle Fehlerquellen dieser Studie wurde in Kapitel 4 hingewiesen. Es fehlen Studien, die mit derselben Methode Kiefergelenke untersuchen; sinnvoll wäre vor allem der Vergleich zu präoperativen Befunden und zu Kiefergelenken, bei denen andere Operationstechniken angewandt wurden (einfaches Faszieninterponat, reine Diskektomie etc.). Im Weiteren wären Untersuchungen über die prä- und postoperative Befindlichkeit und Zufriedenheit der Patienten sinnvoll. Einige dieser Untersuchungen finden sich in der Habilitationsschrift von PD Dr. Dr. H. Umstadt, Klinikum Ludwigshafen.

Mit der Operationsmethode kann nach den in dieser Studie untersuchten Kriterien ein morphologisch stabiles Ergebnis erreicht werden. Das vitale Interponat scheint langfristig die Aufgaben eines Diskus zu erfüllen, obwohl es sich messbar ausdünnert. Eine vollständige Restitution tritt nicht in allen Fällen ein. Die Forderung der operativen Wiederherstellung eines belastbaren Dreh-Gleit-Gelenkes scheint aber unter morphologischen Gesichtspunkten erfüllt.

Deshalb kann - als Resultat der vorliegenden Studie - die operative Versorgung mittels gedoppeltem Temporalisfaszieninterponat anhand der erhobenen Daten befürwortet werden. Eine Progredienz der Osteoarthritis ist nicht nachweisbar.

6 Literaturverzeichnis

Abolmaali ND, Schmitt J, Schwarz W, Toll DE, Hinterwimmer S, Vogl TJ. Visualization of the articular disk of the temporomandibular joint in near-real-time MRI: feasibility study. Eur Radiol 2004 Oct; 14(10):1889-94. Epub 2004 Jul 29

Adam CG, Monje F, Offnoz M, Martin-Granizo R. Effusion in magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: a study of 123 joints. J Oral Maxillofac Surg. 1998 Mar; 56(3):314-8

Augthun M, Müller-Leisse C, Bauer W, Spiekermann H. Klinische, axiographische und MRT-Untersuchungen bei Patienten mit Diskusvorverlagerung ohne Reposition. Dtsch Zahnärztl Z 49, 529-532(1994)

Bartsch JK: Zahn-, Mund-und Kiefererkrankungen, 3. Auflage, Enke Verlag Stuttgart, 1992

Bathi RJ, Taneja N, Parveen S. Rheumatoid arthritis of TMJ- a diagnostic dilemma? Dent Update. 2004 Apr; 31(3):167-70,172,174

Bauer W, Augthun M, Wehrbein H, Muller-Leisse C, Diedrich P. The diagnosis and orthodontic relevance of anterior disk displacement without reduction. Clinical, axiographic and magnetic resonance tomographic studies. Fortschr Kieferorthop. 1994 Feb; 55(1):21-7

Baumgartner H, Dvorak J, Grob D: Rheumatoid Arthritis. Current Trends in Diagnostics, Conservative Treatment and Surgical Reconstruction. Thieme, Stuttgart 1995

Bayar N, Kara SA, Keles I, Koc MC, Altinok D, Orkun S. Temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis: a radiological and clinical study. *Cranio*. 2002 Apr; 20(2):105-10

Becker B, Spitzer WJ. Kernspintomographie - Vorstellung einer neuen Technik. *Zahnärztliche Mitteilungen* 1987; 973-977

Behr M, Schmidt H, Leibrock A, Held P, Fellner C, Handel G. Vergleich von klinischer Schmerzsymptomatik des Kiefergelenks und der MRT-Diagnostik. *Dtsch Zahnärztl Z* 51, 416-419(1996)

Bertram S, Rudisch A, Innerhofer K, Pumpel E, Grubwieser G, Emshoff R. Diagnosing TMJ internal derangement and osteoarthritis with magnetic resonance imaging. *J Am Dent Assoc*. 2001 Jun; 132(6):753-61

Bonilla-Aragon H, Tallents RH, Katzberg RW, Kyrkanides S, Moss ME. Condyle position as a predictor of temporomandibular joint internal derangement. *J Prosthet Dent*. 1999 Aug;82(2):205-8

Brandlmaier I, Bertram S, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Temporomandibular joint osteoarthritis diagnosed with high resolution ultrasonography versus magnetic resonance imaging: how reliable is high resolution ultrasonography? *J Oral Rehabil*. 2003 Aug; 30(8):812-7

Brusati R, Raffaini M, Sesenna E, Bozzetti A. The temporalis muscle flap in temporomandibular joint surgery. *J Craniomaxillofac Surg*. 1990 Nov; 18(8):352-8

Carlsson GE, Magnusson T. Management of temporomandibular Disorders in the General Dental Practice, Quintessence Publishing Co Inc, 1999

Carmichael IW, MacLeod AM, Travlos J. MRI can prevent unnecessary arthroscopy. *J Bone Joint Surg Br*. 1997 Jul; 79(4):624-5

Cholitgul W, Nishiyama H, Sasai T, Uchiyama Y, Fuchihata H, Rohlin M. Clinical and magnetic resonance imaging findings in temporomandibular joint disc displacement. *Dentomaxillofac Radiol*. 1997 May; 26(3):183-8

Clauser L, Curioni C, Spanio S. The use of the temporalis muscle flap in facial and craniofacial reconstructive surgery. A review of 182 cases. *J Craniomaxillofac Surg*. 1995 Aug; 23(4):203-14

Crowley C, Wilkinson T, Piehslingher E, Wilson D, Czerny C. Correlations between anatomic and MRI sections of human cadaver temporomandibular joints in the coronal and sagittal planes. *J Orofac Pain*. 1996; 10(3):199-216

Dahlström L. Psychometrics in temporomandibular disorders. *Acta Odontol Scand* 1993; 51: 339-352

Düker J, Bach G, Bach M. Kernspintomographie-ein nicht mit ionisierender Strahlung arbeitendes Verfahren zur präimplantologischen Diagnostik. *Quintessenz* 48,8, 1111-1116 (1997)

Eberhard D, Vogl TJ, Randzio J, Lissner J. Magnetresonanztomographie. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 424-431 (1992)

Emshoff R, Puffer P, Rudisch A, Gassner R. Temporomandibular joint pain: relationship to internal derangement type osteoarthritis, and synovial fluid mediator level of tumor necrosis factor alpha. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 90(4):442-449 (2000)

Emshoff R, Brandlmaier I, Bertram S, Rudisch A. Relative odds of temporomandibular joint pain as a function of magnetic resonance imaging findings of internal derangement, osteoarthritis, effusion, and bone marrow edema. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003 Apr; 95(4):437-45

Emshoff R, Brandlmaier I, Bertram S, Rudisch A. Risk factors for temporomandibular pain in patients with disc displacement without reduction- a magnetic resonance imaging study. *J Oral Rehabil*. 2003 May; 30(5):537-43

Emshoff R, Innerhofer K, Rudisch A, Bertram S. Relationship between temporomandibular joint pain and magnetic resonance imaging findings of internal derangement. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001 Apr; 30(2):118-122

Eriksson L, Westesson PL. Deterioration of temporary silicone implant in the temporomandibular joint: a clinical and arthroscopic follow-up study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1986 Jul; 62(1):2-6

Farrar WB, McCarty WL Jr. Inferior joint space arthrography and characteristics of condylar paths in internal derangements of the TMJ. J Prosthet Dent. 1979 May; 41(5):548-55

Frahn G, John M, Thiele J. Diagnose von Diskusverlagerungen nach anterior ohne Reposition- Vergleich von klinischen und MRT-Befunden. Stomatologie (1997) 94/3:133-137

Gaggl A, Schultes G, Santler G, Karcher H, Simbrunner J. Clinical and magnetic resonance findings in the temporomandibular joints of the patients before and after orthognatic surgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 1999 Feb; 37(1):41-5

Gernet W, Rammelsberg P. Kiefergelenkserkrankungen und Funktionsstörungen. In: Zahnärztliche Chirurgie, Band 3, S.263-309, 3. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart 2000

Gsellmann B, Schmid-Schwap M, Piehslinger E, Beyrer S, Slavicek R. Prädisponierende Faktoren in der Ätiologie von Kiefergelenkskrankheiten. Stomatologie (1996) 93/1:11-15

Guler N, Yatmaz PI, Ataoglu H, Emlik D, Uckan S. Temporomandibular internal derangement: correlation of MRI findings with clinical symptoms of pain and joint sounds in patients with bruxing behaviour. Dentomaxillofac Radiol. 2003 Sep; 32(5):304-10

Gynther GW, Tronje G. Comparison of arthroscopy and radiography in patients with temporomandibular joint symptoms and generalized arthritis. Dentomaxillofac Radiol. 1998 Mar; 27(2):107-12

Gynther GW, Holmlund AB, Reinholt FP, Lindblad S. Temporomandibular joint involvement in generalized osteoarthritis and rheumatoid arthritis: a clinical, arthroscopic, histologic, and immunohistochemical study. Int J Oral Maxillofac Surg. 1997 Feb; 26(1):10-6

Hackenbroch MH. Periphere Arthrosen. In: Praxis der Orthopädie, Band 1: Konservative Orthopädie, 3.Auflage, Thieme Verlag Stuttgart 2001, S.638-644

Halpin TA 1989 A logical Analysis of Information Systems:static aspects of the data-oriented perspective, PhD thesis, University of Queensland

- He JJ, Wang MQ, Liu MS, Zhang Y. Observation and analysis on coronal MR images of cadaver TMJ. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2004 Dec; 22(6):481-3,490
- Helferich H. Ein neues Operationsverfahren zur Heilung der knöchernen Kiefergelenksankylose. *Arch klin Chir* 48; 864-870 (1894)
- Helms CA, Richardson ML, Vogler JB, Hoddick WK. Computed tomography for diagnosing temporomandibular joint disk displacement. *Cranio*. 1984 Dec-1985 Feb; 3(1):23-6
- Helenius LM, Hallikainen D, Helenius I, Meurman JH, Koskimies S, Tervahartiala P, Kivisaari L, Hietanen J, Suuronen R, Lindqvist C, Leirisalo-Repo M. HLA-DRB1 alleles and temporomandibular joint erosion in patients with various rheumatic diseases. *Scand J Rheumatol*. 2004; 33(1):24-9
- Henry CH, Wolford LM. Reconstruction of the temporomandibular joint using a temporalis graft with or without simultaneous orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 1995 Nov; 53(11):1250-6; discussion 1256-7
- Herbosa EG, Rotskoff KS. Composite temporalis pedicle flap as an interpositional graft in temporomandibular joint arthroplasty:a preliminary report *J Oral Maxillofac Surg*.1990; 48(10):1049-1056
- Huang GJ, Le Resche L, Critchlow CW, Martin MD, Drangsholt MT. Risk factors for diagnostic subgroups of painful temporomandibular disorders (TMD). *J Dent Res* 2002; 81: 284-288
- Incesu L, Taskaya-Yilmaz N, Ogutcen-Toller M, Uzun E. Relationship of condylar position to disc position and morphology. *Eur J Radiol*.2004 Sep; 51(3):269-73
- Jäger L, Kummermehr J, Reiser M. Bildgebende Verfahren In: *Allgemeine Chirurgie*, Band 1, 3.Auflage Stuttgart, New York Thieme 2000, S.261-268
- Jank S, Emshoff R, Norer B, Missmann M, Nicasi A, Strobl H, Gassner R, Rudisch A, Bodner G. Diagnostic quality of dynamic high-resolution ultrasonography of the TMJ - a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005 Mar; 34(2):132-7
- John M, Selle D. Erkennbarkeit von Persönlichkeitseigenschaften bei Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 547-550 (1998)

Kamelchuk L, Nebbe B, Baker C, Major P. Adolescent TMJ tomography and magnetic resonance imaging: a comparative analysis. J Orofac Pain. 1997 Fall; 11(4):321-7

Kaneyama K, Segami N, Nishimura M, Sato J. Traumatic arthritis associated with acute dislocation of the TMJ: a case report. Cranio. 2003 Jul;21(3):226-9

Katzberg WR, Schenck J, Roberts D, Tallents RH, Manzione JV, Hart RH, Foster TH, Wayne WS, Bessette WR. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint meniscus. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 59:332-335, 1985

Kobayashi R, Utsunomiya T, Yamamoto H, Nagura H. Ankylosis of the temporomandibular joint caused by rheumatoid arthritis: a pathological study and review. J Oral Sci. 2001 Jun; 43(2):97-101

Kordaß B, Böttger H, Assheuer J, Hugger A, Mai JK. Kombiniertes Einsatz von Kernspintomographie und Elektrognathographie zur Kiefergelenksdiagnostik. Dtsch Zahnärztl Z 44, 947-951 (1989)

Kordaß B, Hugger A, Stüttgen U. Einsatz der Kernspintomographie zur dynamischen Darstellung der Kiefergelenkfunktion. Dtsch Zahnärztl Z 48, 327-332 (1993) 5

Kordaß B, Hugger A, Assheuer J, Böttger H, Mai Jk. Leitkriterien zur Beurteilung der Kiefergelenke im sagittalen Kernspintomogramm. Dtsch Zahnärztl Z 45, 40-43 (1990)

Korger-Najary M. Vergleichende Untersuchungen zur diagnostischen Wertigkeit von klinischer Untersuchung. Röntgenuntersuchung nach Graf, MRT und Arthroskopie im Vergleich zur offenen Gelenkchirurgie, Dissertation Marburg 2003

Krestan C, Lomoschitz F, Puig S, Robinson S. Internal Derangement des Temporomandibulargelenks aus Der Radiologe Springer Berlin / Heidelberg , Band 41, Nummer 9 , September 2001, S 741 - 747

Krug J, Jirousek Z, Suchmova H, Cermakova E. Influence of discoplasty and discectomy of the temporomandibular joint on elimination of pain and restricted mouth opening. Acta Medica (Hradec Kralove). 2004; 47(1):47-53

Kubein D, Jahnig A. Biomechanics of the human temporomandibular joint (a study of the functional structures of the os temporale in the sagittal-vertical plane). Dtsch Zahnarztl Z. 1983 Jan; 38(1):32-9

Kurita H, Kojima Y, Nakatsuka A, Koike T, Kobayashi H, Kurashina K. Relationship between temporomandibular joint(TMJ)-related pain and morphological changes of the TMJ condyle in patients with temporomandibular disorders. Dentomaxillofac Radiol. 2004 Sep; 33(5):329-33

Kuseler A, Pedersen TK, Herlin T, Gelineck J. Contrast enhanced magnetic resonance imaging as a method to diagnose early inflammatory changes in the temporomandibular joint in children with juvenile chronic arthritis. J Rheumatol. 1998 Jul; 25(7):1406-12

Kuseler A, Pedersen TK, Gelineck J, Herlin T. A 2 year followup study of enhanced magnetic resonance imaging and clinical examination of the temporomandibular joint in children with juvenile idiopathic arthritis. J Rheumatol. 2005 Jan; 32(1):162-9

Landes C, Walendzik H, Klein C. Sonography of the temporomandibular joint from 60 examinations and comparison with MRI and axiography. J Craniomaxillofac Surg. 2000 Dec; 28(6):352-61

Larheim TA, Westesson PL, Sano T. MR grading of temporomandibular joint fluid: association with disk displacement categories, condyle marrow abnormalities and pain. Int J Oral Maxillofac Surg. 2001 Apr; 30(2):104-12

Larheim TA. Role of magnetic resonance imaging in the clinical diagnosis of the temporomandibular joint. Cells Tissues Organs. 2005; 180(1):6-21

Lebedenko I, Grinin VM, Abdullaev AA. Comparative analysis of the quality of life of patients with painful temporomandibular joint dysfunction and with temporomandibular joint dysfunction associated with rheumatoid arthritis. Stomatologia (Mosk) 2003; 82(3):44-46

De Leeuw R, Boering G, Stegenga B, de Bont LG. Radiographic signs of temporomandibular joint osteoarthritis and internal derangement 30 years after nonsurgical treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995 Mar; 79(3):382-92

De Leeuw R, Boering G, Stegenga B, de Bont LG. TMJ articular disc position and configuration 30 years after initial diagnosis of internal derangement. J Oral Maxillofac Surg. 1995 Mar;53(3):234-41; discussion 241-2.

Lemke AJ, Griethe M, Peroz I, Lange KP, Felix R. Morphometric analysis of the temporomandibular joint with MRI in 320 joints. Rofo. 2005 Feb; 177 (2) : 217-28

Liedberg J, Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M. Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc. Dentomaxillofac Radiol. 1996; 25:234-241

Lin Y, Friedrich R, Fischbach R. Vergleichende Untersuchung von MRT und Kontrastmittelarthrographie bei Patienten mit Kiefergelenkgeräuschen. Dtsch Zahnärztl Z 48, 339-342 (1993)

Lissner J, Seiderer M. Klinische Kernspintomographie, 2.Auflage. Enke Verlag Stuttgart 1990, S.59-83, 570-607

List T, Wahlund K, Larsson B. Psychosocial functioning and dental factors in adolescents with temporomandibular disorders: A case-control study. J Orofac Pain 2001; 15: 218-227

Lobbezoo F, Drangsholt M, Peck C, Sato H, Kopp S, Svensson P. Topical Review: New insights into the pathology and diagnosis of disorders of the temporomandibular joint. J Orofac Pain. 2004 Summer; 18(3):181-91

Lobbezoo F, Lavigne, G.J. Do bruxism and temporomandibular disorders have a cause-and effect relationship? J Orofac Pain 1997; 11: 15-23

Marguelles-Bonnet RE, Carpentier P, Yung JP, Defrennes D, Pharaboz C. Clinical diagnosis compared with findings of Magnetic Resonance Imaging in 242 patients with internal derangement of the TMJ. J Orofac Pain. 1995 Summer; 9(3):244-53

Martinez Blanco M, Bagan JV, Fons A, Poveda Roda R. Osteoarthritis of the temporomandibular joint. A clinical and radiological study of 16 patients. Med Oral. 2004 Mar-Apr; 9(2):110-15,106-10

Melchiorre D, Calderazzi A, Maddali Bongi S, Cristofani R, Bazzichi L, Eligi C, Maresca M, Ciompi M. A comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis and psoriatic arthritis. *Rheumatology*(Oxford) 2003 May; 42(5):673-6

Mohl ND, Zarb GA, Carlsson GE, Rugh JD. *Lehrbuch der Okklusion*. Quintessenz Berlin 1990

Moses JJ, Salina E, Goergen T, Sartoris D. Magnetic resonance imaging or arthrographic diagnosis of internal derangement of the temporomandibular joint. Correlation comparison study with arthroscopic surgical confirmation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993 Mar; 75(3):268-72

Moen K, Bertelsen L, Hellem S, Jonsson R, Brun JG. Salivary gland and temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis:relation to disease activity. *Oral Dis*. 2005 Jan; 11(1):27-34

Müller J, Schmidt Ch, Vogl TH, Bruckner G, Randizio J. Vergleichende anatomische und MR-tomographische Untersuchungen an explantierten Kiefergelenken. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 303-308 (1992)5

Müller-Leisse C, Augthun M, Bauer W, Roth A, Günther RW. Kiefergelenkmorphologie und morphomerische Befunde in Abhängigkeit von Grad der Diskusverlagerung. *Radio-logie* (1997) 37:152-158

Nicolakis P, Burak EC, Kollmitzer J, Kopf A, Piehslinger E, Wiesinger GF, Fialka-Moser V. An investigation of the effectiveness of exercise and manual therapy in treating symptoms of the TMJ osteoarthritis. *Cranio* 2001 Jan; 19(1):26-32

Nordahl S, Alstergren P, Eliasson S, Kopp S. Radiographic signs of bone destruction in the arthritic temporomandibular joint with special reference to markers of disease activity. A longitudinal study. *Rheumatology* (Oxford) 2001; 40(6):691-4

Ogutcen-Toller M, Taskaya-Yilmaz N, Yilmaz F. The evaluation of temporomandibular joint disc position in TMJ disorders using MRI. *Int J oral Maxillofac Surg.* 2002 Dec; 31(6):603-7

Paegle DI, Holmlund AB, Ostlund MR, Grillner L. The occurrence of antibodies against chlamydia species in patients with monoarthritis and chronic closed lock of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Apr; 62(4):435-9

Paesani D, Westesson PL, Hatala MP, Tallents RH, Brooks SL. Accuracy of clinical diagnosis for TMJ internal derangement and arthrosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73(3):360-363

Pahkala R, Qvarnstrom M. Can temporomandibular dysfunction signs be predicted by early morphological or functional variables? *Eur J Orthod.* 2004 Aug; 26(4):367-73

Pasler FA, Visser H. *Farbatlas der Zahnmedizin Band 5: Zahnmedizinische Radiologie*, 2.Auflage, Thieme Verlag Stuttgart 1999

Park J, Keller EE, Reid KI. Surgical management of advanced degenerative arthritis of temporomandibular joint with fossa-eminence hemijoint replacement prosthesis: an 8-year retrospective pilot study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Mar; 62(3):320-8

Pertes RA, Gross SG. *Clinical Management of Temporomandibular Disorders and Orofacial Pain*. Quintessence Publishing Co Inc, 1995

Peroz I, Chun YH, Karageorgi G, Schwerin C, Bernhardt O, Roulet JF, Freesmeyer WB, Meyer G, Lange KP. A multicenter clinical trial on the use of pulsed electromagnetic fields in the treatment of temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 2004 Feb; 91(2):180-7

Pertes RA, Gross SG. *Temporomandibular Disorders and Orofacial Pain*, Quintessence, 1995, Chicago

Peterova V, Jirman R, Mazanek J, Seidl Z. The examination of the temporomandibular joint on 1,5 T magnetic resonance. *Prague Med Rep.* 2004; 105(1):29-34

Piehslinger E. Schwierigkeiten in der Interpretation von Magnetresonanztomogrammen der Temporomandibulargelenke - Eine anatomische Untersuchung. Stomatologie (1997) 94/8:391-397

Pinkert R, Wandelt T, Kittner T. Comparative study of sagittal and coronal MRI of histological disk and temporomandibular joint specimen for examining an identity of anterior disk dislocation and anterior capsular connective tissue. Mund Kiefer Gesichtschir. 2000 Sep; 4(5):285-91

Puchner R, Krennmair G. On the involvement of the temporomandibular joint in rheumatoid arthritis. Acta Med Austriaca. 2004 Feb; 31(1):18-22

Raustia AM, Pyhtinen J, Pernu H. Clinical, magnetic-resonance imaging and surgical findings in patients with temporomandibular joint disorder- a survey of 47 patients. Rofo. 1994 May; 160(5):406-11

Reich RH, Von Lindern JJ: Chirurgische Eingriffe am Kiefergelenk. In: Spezielle Chirurgie, Band 2, S.39-53, 3.Auflage, Thieme Verlag Stuttgart 2001

Robiony M, Demitri V, Costa F, Politi M. Surgical treatment for temporomandibular joint osteoarthritis. Case report. Minerva Stomatol. 1998 Nov; 47(11):605-11

Sader R, Zeilhofer H-F, Deppe H, Kling B, Wagner-Manslau. Video - und computer-gestützte Hochfrequenzarthrosonographie des Kiefergelenks. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 19,12-14 (1995)

Sano T, Westesson PL, Larheim TA, Rubin SJ, Tallents RH. Osteoarthritis and abnormal bone marrow of the mandibular condyle. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 87(2):243-252(1999)

Sano T, Westesson PL. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. Increased T2 signal in the retrodiskal tissue of painful joints. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995 Apr; 79(4):511-6

Santler G, Kärcher H, Simbrunner J. MR imaging of the TMJ. MR diagnosis and intra-operative findings. J Craniomaxillofac Surg. 1993 Oct; 21(7):284-8

Sato J, Segami N, Kaneyama K, Nishimura M, Suzuki T. Importance of the changes in joint effusion shown by magnetic resonance imaging before and after arthroscopic lysis and lavage of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2002 Feb; 40(1):72-5

Seeger MP. Studie zur Realibilität und Validität von Kiefergelenksbefunden im OPT und MRT. Inauguraldissertation zu Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde. Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 2004.

Segami N, Miyamaru M, Nishimura M, Suzuki T, Kaneyama K, Murakami K. Does joint effusion on T2 magnetic resonance images reflect synovitis? Part 2 . Comparison of concentration levels of proinflammatory cytokines and total protein in synovial fluid of the temporomandibular joint with internal derangements and osteoarthritis. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radil Endod.* 2002 Oct; 94(4).515-21

Semmler W, Becker J, Schuster M, Kramer KD, Felix R. Principles of the clinical application of magnetic resonance tomography (MRT) in oral medicine- I: Basic principles of MRT. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir.* 1986 Jan-Feb; 10(1):31-45

Sener S, Akganlu F. MRI characteristics of anterior disc displacement with and without reduction. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004 Jul; 33(4):245-52 Sakedai M, Tominaga K, Habu M, Matsukawa A, Nishihara T, Fukuda J. Involvement of tumor necrosis factor-alpha and interleukin-8 in antigen-induced arthritis of the rabbit temporomandibular joint. *J Oral Pathol Med.* 2004 Feb; 33(2):102-10

Suenaga S, Hamamoto S, Kawano K, Higashida Y, Noikura T. Dynamic MR imaging of the temporomandibular joint in patients with arthrosis: Relationship between contrast enhancement of the posterior disc attachment and joint pain. *AJR Am J Roentgenol.* 1996 Jun; 166(6):1475-81

Suenaga S, Ogura T, Matsuda T, Noikura T. Severity of synovium and bone marrow abnormalities of the temporomandibular joint in early rheumatoid arthritis: role of gadolinium-enhanced fat-suppressed T1-weighted spin echo MRI. *J Comput Assist Tomogr.* 2000 May-Jun; 24(3):461-5

Takahashi T, Nagai H, Seki H, Fukuda M. Relationship between joint effusion, joint pain, and protein levels in jointlavage fluid of patients with internal derangement and osteoarthritis of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 57(10):1187-1193(1999)

Tanaka T, Morimoto Y, Masumi S, Tominaga K, Ohba T. Utility of frequency-selective fat saturation T2-weighted MR images for the detection of joint effusion in the temporomandibular joint Dentomaxillofac Radiol 2002 Sep; 31(5):305-12

Tanimoto K, Ohno S, Imada M, Honda K, Ohno-Nakahara M, Kapila S, Tanne K. Utility of urinary pyridinoline and deoxypyridinoline ratio for diagnosis of osteoarthritis at temporomandibular joint. J Oral Pathol Med. 2004 Apr; 33(4):218-23

Taskaya-Yilmaz N, Ogutcen-Toller M. Magnetic resonance imaging evaluation of temporomandibular joint disc deformities in relation to type of disc displacement. J Oral Maxillofacial Surg. 2001 Aug; 59(8):860-865; discussion 865-6

Taskaya-Yilmaz N, Ceylan G, Incesu L, Muglali M. A possible etiology of the internal derangement of the temporomandibular joint based on the MRI observations of the lateral pterygoid muscle. Surg Radiol Anat. 2004 Nov 26

Tölle P, Umstadt HE. On the use of simple and double temporal fascia flaps on the TMJ. Poster: XIV Congress of the European Association for Cranio-Maxillofacial Surgery. EACMFS. Sept. 1-5, 1998, Helsinki, Finland

Twilt M, Moberg SM, Arends LR, ten Cate R, van Suijlekom-Smit L. Temporomandibular involvement in juvenile idiopathic arthritis. J Rheumatol. 2004 Jul; 31(7):1418-22

Uehara J, Kuboki T, Fujisawa T, Kojima S, Maekawa K, Yatani H. Soluble tumour necrosis factor receptors in synovial fluids from temporomandibular joints with painful anterior disc displacement without reduction and osseous arthritis. Arch Oral Biol. 2004 Feb; 49(2):133-42

Ueno T, Kagawa T, Kanou M, Ishida N, Fujii T, Fukunaga J, Mizukawa N, Sugahara T. Pathology of the temporomandibular joint of patients with rheumatoid arthritis- case reports of secondary amyloidosis and macrophage populations. J Craniomaxillofac Surg. 2003 Aug; 31(4):252-6

Umeda H, Kaban L, Pogrel MA. Long-term viability of the temporalis muscle/fascia flap used for the temporomandibular joint reconstruction. J Oral Maxillofac Surg. 1993; 51:530-533

Umstadt H. Die chronische Arthritis des degenerativ erkrankten Kiefergelenkes - Entwicklung eines Therapiekonzeptes und Studie zur Qualitätssicherung. Habilitationsschrift zur Erlangung der venia legendi für das Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Marburg 2005.

Vahlensieck M, Okweschokwu S, Greven M. Magnetic Resonance Imaging (MRI) of the TMJ: Influence on therapy and inter-observer agreement of two radiologist. Rofo. 2002 Nov; 174(11):1415-21

Van Dijke CF, Kirk BA, Peterfy CG, Genant HK, Brasch RC, Kapila S. Arthritic temporomandibular joint : correlation of macromolecular contrast - enhanced MR imaging parameters and histopathologic findings. Radiology. 1997 Sep; 204(3):825-32

Velly AM, Gornitsky M, Philippe P. A case-control study of temporomandibular disorders: Symptomatic disc displacement. J Oral Rehabil 2002; 29: 408-416

Vogl TJ, Abolmaali N. Magnetresonanztomographie des Temporomandibulargelenkes: Untersuchungstechnik, Ergebnisse, Indikationsstellung. RöFo 2001;173

Vogl TJ, Eberhard D. MR-Tomographie Temporomandibulargelenk, 1. Band. Thieme Verlag Stuttgart 1993

Voog U, Alstergren P, Leibur E, Kallikorm R, Kopp S. Impact of temporomandibular joint pain on activities of daily living in patients with rheumatoid arthritis. Acta Odontol Scand. 2003 Oct; 61(5):278-82

Voog U, Alstergren P, Eliasson S, Leibur E, Kallikorm R, Kopp S. Progression of radiographic changes in the temporomandibular joints of patients with rheumatoid arthritis in relation to inflammatory markers and mediators in the blood. Acta Odontol Scand. 2004 Feb; 62(1):7-13

Watt-Smith S, Sadler A, Baddeley Renton P. Comparison of arthrotomographic and magnetic resonance images of 50 temporomandibular joints with operative findings. Br J Oral Maxillofac Surg. 1993 Jun; 31(3):139-143

Watzke IM, Tucker MR, Turvey A. Fixation screws and tension bolt technique for osteotomies. Stability study. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir. 1991 Nov-Dec; 15(6):415-7

Wellner U. Deutsches Ärzteblatt 91, Heft 49,9. Dezember 1994;B-2514

Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA, Espeland MA. Temporomandibular joint: comparison of MR images with cryosectional anatomy. Radiology. 1987 Jul; 164(1):59-64

White SC, Pullinger AG. Impact of TMJ radiographs on clinician decision making. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995 Mar; 79(3):375-81

Wiberg B, Wänman A. Signs of osteoarthritis of the temporomandibular joints in young patients. A clinical and radiographic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998; 86(2):158-64

Widmark G. On surgical intervention in the temporomandibular joint. Swed Dent J Suppl. 1997; 123:1-87

Witsenburg B, Freihofer PM. Replacement of the temporomandibular articular disc using autogenous cartilage of the ear. Int J Oral Surg 13: 401-405 (1984)

Yanagi Y, Asaumi J, Maki Y, Murakami J, Hisatomi M, Matsuzaki H, Konouchi H, Honda Y, Kishi K. Incidentally found and unexpected tumors discovered by MRI examination for temporomandibular joint arthrosis. Eur J Radiol. 2003 Jul; 47(1):6-9

Yang C, Cai XY, Zhang ZY, Qiu WL, Ha Q, Wang XD. A clinical study on septic arthritis of temporomandibular joint: treatment. Shanghai Kou Qiang Yi Xue 2003 Feb; 12(1):58-61

Zimmerli W, Flückiger U. Neue Aspekte der infektiösen und parainfektiösen Arthritis. Schweiz Med Forum Nr.4, 2001

6.1 Akademische Lehrer

- Herr Prof. Dr. H. Börner in Rostock
- Herr Prof. Dr. rer. nat. habil J. Brock in Rostock
- Herr Prof. Dr. Th. Gerber in Rostock
- Herr Prof. Dr. Dr. K. Gundlach in Rostock
- Herr Prof. Dr. L. Jonas in Rostock
- Herr Prof. Dr. C. Pfeiffer in Rostock
- Herr Prof. Dr. K. W. Richter in Rostock
- Frau Prof. Dr. D. Roether in Rostock
- Herr Prof. Dr. N. Ulfig in Rostock
- Herr Prof. Dr. C. Vogel in Rostock
- Herr Prof. Dr. A. Wree in Rostock
- Herr Prof. Dr. R. Arnold in Marburg
- Herr Prof. Dr. P. Barth in Marburg
- Frau Prof. Dr. E. Baum in Marburg
- Frau Prof. Dr. R. Berger in Marburg
- Herr Prof. Dr. S. Bien in Marburg
- Herr Prof. Dr. F. Czubayko in Marburg
- Herr Prof. Dr. M. Gente in Marburg
- Herr Prof. Dr. L. Gotzen in Marburg
- Herr Prof. Dr. P. Griss in Marburg
- Herr Prof. Dr. T. Gudermann in Marburg
- Herr Prof. Dr. R. Happle in Marburg

- Herr Prof. Dr. R. Hofmann in Marburg
- Herr Prof. Dr. H.-D. Klenk in Marburg
- Herr Prof. Dr. K. Klose in Marburg
- Herr Prof. Dr. Krause in Marburg
- Herr Prof. Dr. V. Kretschmer in Marburg
- Herr Prof. Dr. J.-C. Krieg in Marburg
- Herr Prof. Dr. P. Kroll in Marburg
- Herr Prof. Dr. K. M. Lehmann in Marburg
- Herr Prof. Dr. B. Lippert in Marburg
- Herr Prof. Dr. M. Lohoff in Marburg
- Herr Prof. Dr. B. Maisch in Marburg
- Herr Prof. Dr. Mennel in Marburg
- Herr Prof. Dr. R. Moll in Marburg
- Herr Prof. Dr. R. Moosdorf in Marburg
- Herr Prof. Dr. Dr. U. Mueller in Marburg
- Herr Prof. Dr. R. Mutters in Marburg
- Herr Prof. Dr. A. Neubauer in Marburg
- Herr Prof. Dr. W. H. Oertel in Marburg
- Herr Prof. Dr. Dr. H. Remschmidt in Marburg
- Herr Prof. Dr. H. Renz in Marburg
- Herr Prof. Dr. M. Rothmund in Marburg
- Herr Prof. Dr. H. Schäfer in Marburg
- Herr Prof. Dr. S. Schmidt in Marburg
- Herr Prof. Dr. R. Schwarz in Marburg

- Herr Prof. Dr. H. Seyberth in Marburg
- Herr Prof. Dr. W. Siebert in Kassel
- Herr Prof. Dr. H. Wagner in Marburg
- Herr Prof. Dr. J. Werner in Marburg
- Herr Prof. Dr. H. Wulf in Marburg

6.2 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. S. Bien, Direktor der Abteilung für Neuroradiologie der Philipps-Universität Marburg, danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Dr. H. Umstadt, Leiter der CMF-Care Praxisambulanz für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, für die Stellung des Themas und für sein Engagement bei der Betreuung und Verwirklichung der Dissertation.

Herrn Dr. K. Shiratori, ehemaliger Oberarzt in der Abteilung für Neuroradiologie der Philipps-Universität Marburg danke ich für seine Hilfestellung in Fragen der radiologischen Befundung.

Ganz herzlich möchte ich Herrn Prof. Dr. M. Koller, ehemals Zentrum für Operative Medizin, Fach: Theoretische Medizin (Leiter: W. Lorenz) der Philipps-Universität Marburg für die Unterstützung in Fragen der Statistik danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt den Patienten und Patientinnen, die an der Studie teilgenommen haben.

Meinem Mann Dr. med. H. Wiens möchte ich für die unermüdliche Hilfestellung in Fragen der Informatik und insbesondere für die Unterstützung und Motivation bei der Niederschrift dieser Dissertation danken.

Meinen Söhnen, meinen Eltern, meinem Bruder mit Frau, Tochter und Sohn und meinen Freunden danke ich für die Geduld und Nachsicht in dieser Zeit.